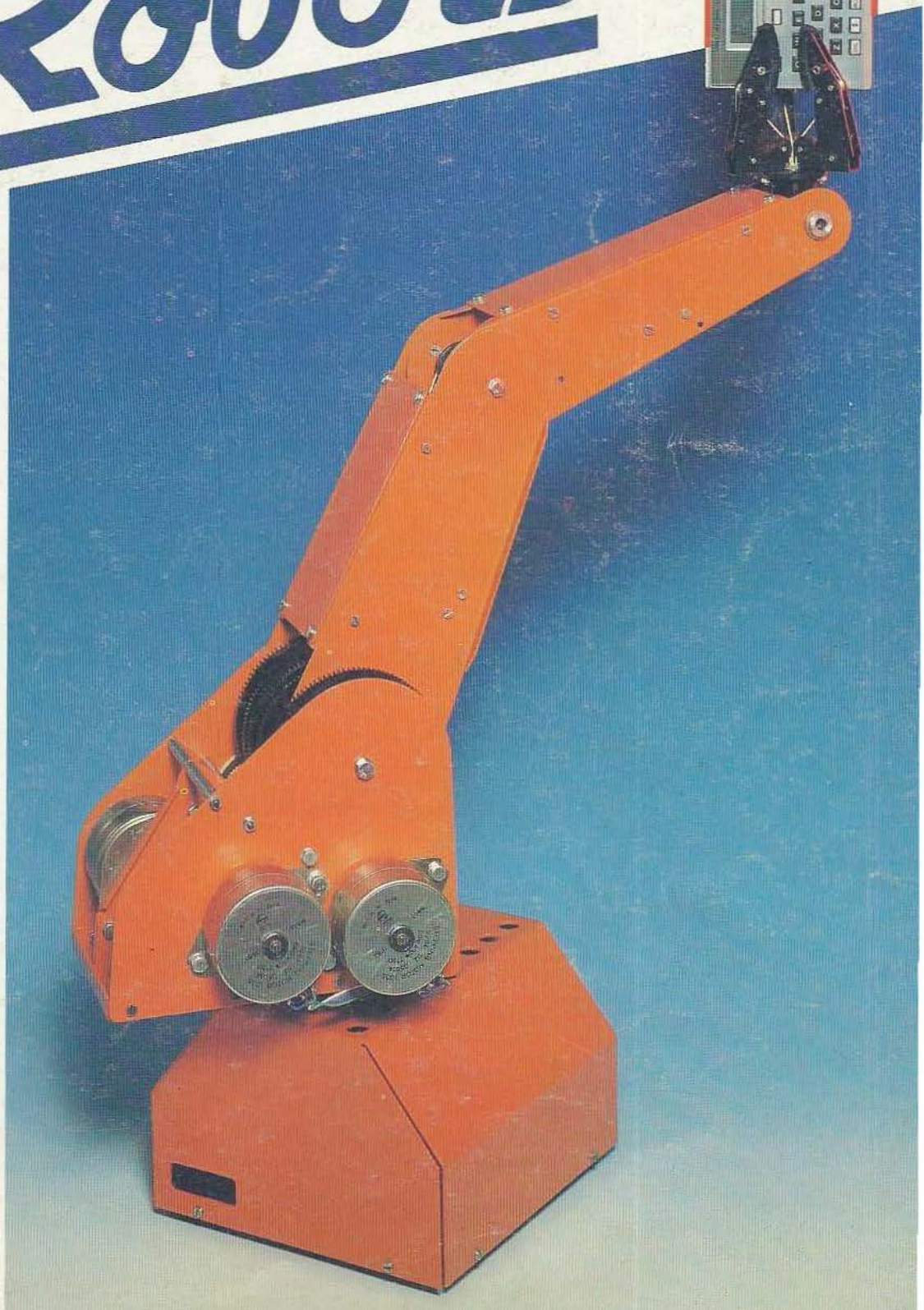
Micro et Robots

16 F
N° 2
Décembre 83



COMPOSANTS:
LES NOUVEAUTES

BANCS D'ESSAIS:
Oric mco 40
Sharp pc 1500
Le robot Multisoft
Le kit Polaroid

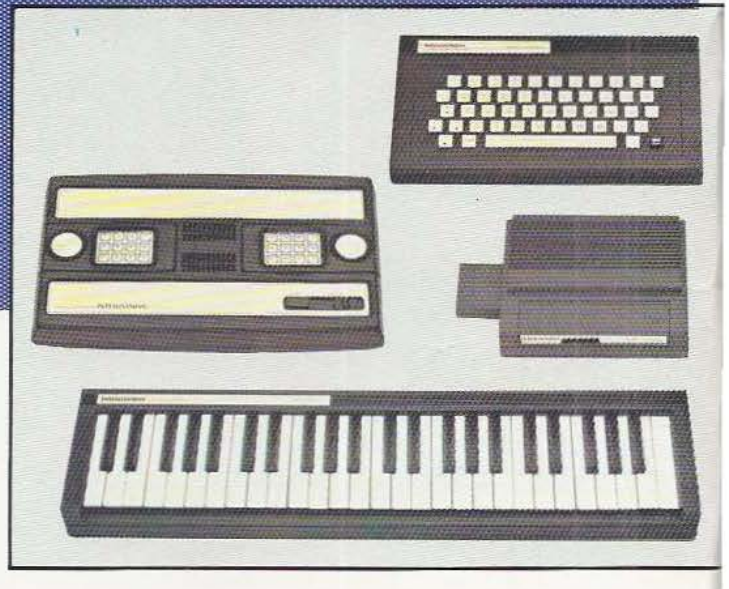
INITIATION:
la logique, les micro-processeurs 6502 et 68705

REALISATIONS:
ZX 81: 3 remèdes
un codeur optique
un programmateur de 68705
un robot bâtisseur

Belgique : 130 F.B.
Suisse : 5,60 F.S.
Canada : 2,25 $.

T2351-02-16,00 F

ENTREZ DANS LE JEU DE L'INFORMATIQUE



Clavier Informatique Intellivision : vos premières touches de programmation.

Les ordinateurs ne sont pas toujours d'un abord facile. Le dialogue avec eux exige la connaissance d'un langage élaboré. Le clavier informatique Intellivision vous initiera à un langage BASIC simplifié, pour vous faciliter le contact avec ces surdoués.

Le clavier a toutes les qualités d'un bon pédagogue. Il est patient : il vous fait avancer pas à pas. Il est clair : ses instructions apparaissent en gros caractères à l'écran. Il est prévenant : il vous signale vos erreurs avec un jeu simple de couleurs. Enfin il n'oublie pas qu'on n'apprend bien qu'en s'amusant.

Ce savoir "tout neuf" vous permettra de créer facilement vos propres jeux. En raccordant le clavier à la console de jeux Intellivision, vous pourrez récupérer les personnages de vos cassettes Intellivision. Modifier leur taille, leur graphisme, leur déplacement, et même le décor visuel et sonore dans lequel ils évoluent.

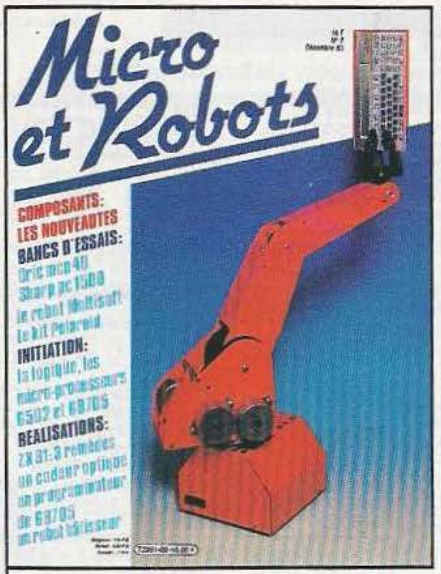
Vous le voyez, avec le clavier Informatique Intellivision c'est une nouvelle aventure qui commence : l'aventure de l'imagination...

Signalons enfin que la console de jeux Intellivision peut également se raccorder à un clavier musical qui vous donnera le plaisir de voir danser les notes sur l'écran en même temps que vous les jouez.

Système Intellivision : l'intelligence est de la partie.

INTELLIVISION™
MATTEL ELECTRONICS®

Ogilvy & Mather



N° 2
DECEMBRE 83

Les robots sont encore chers : celui de Multisoft échappe cependant à la règle, tout en offrant des possibilités de développement intéressantes. Que tient-il entre ses doigts gourds ? Un micro-ordinateur de poche, puissant et complet : le Sharp PC 1500.
(Photo : Pascal Cossé).

Sommaire

RUBRIQUES

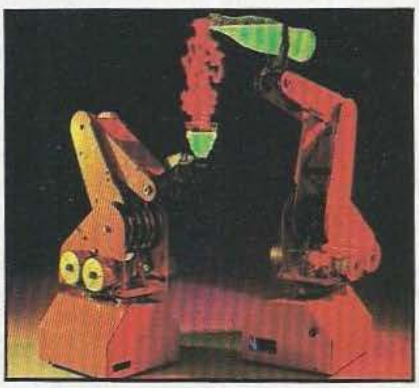
4 Agenda
11 Notes
12 Composants
16 Industrie
59 Un programme pour PC 1500
75 Abonnement
98 Formation

INITIATION

17 La numération
20 La programmation
24 Le microprocesseur 6502
30 Les microprocesseurs monochip
82 Robots : les actionneurs

TESTS

36 Le kit Polaroïd de télémétrie par ultrasons
43 L'imprimante 4 couleurs Oric MCP 40
48 Le Sharp PC-1500
54 Le robot Multisoft



REALISATIONS

60 Un codeur incrémental
66 Un programmateur de microprocesseur monochip (68705)
76 Trois améliorations pour le ZX 81
92 Un robot bâtisseur

Micro et Robots est édité par la Société des Publications Radio-Electriques et Scientifiques, société anonyme au capital de 120 000 F. **Administration-Rédaction-Ventes :** 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19. Tél. : 200.33.05. Télex : PGV 230472F. **Publicité :** S.A.P. 70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : 200.33.05. **Abonnements :** 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19. Tél. 200.33.05. 1 an (11 numéros) : 145 F (France), 190 F (étranger). Directeur de la publication : A. Lamer. Rédacteur en chef : J.-C. Hanus. Comité de rédaction : C. Ducros, B. Fighiera, A. Joly, Ch. Pannel. Ont collaboré à ce numéro : C. Beaudrap (maquette), P. Cossé (photos), C. Bugeat, P.-A. Cotte, N. Crewe, S. Labrune, E. Lémery, M. Rateau, C. Tavernier, M. Rembauville, Ph. Wallaert. Composition : S.P.B.P. Distribution : Transport Presse. Imprimerie : S.N.I.L. La Rédaction de Micro et Robots décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs. Les manuscrits publiés ou non ne sont pas retournés.

«La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective», et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droits ou ayants-cause, est illicite» (alinéa premier de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.»

Commission paritaire : en cours. Numéro d'éditeur : 770. Dépôt légal : décembre 83.

AGENDA

19 au 21 décembre 1983
2e conférence internationale sur l'automatique avancée. Taipeh (Taïwan).
Renseignements : Julius Tou, Center for information research, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA. Tél.: (902) 392.09.32.

26 janvier 1984
L'AFRI organise un voyage technique dans le Sud-Est, à Grenoble. Visites des industriels suivants : A.I.D.; Albora; I.T.M.I.; Merlin Gérin.
Renseignements : 547.69.33.

25 au 27 janvier 1984
4e Congrès «Reconnaissance des formes et intelligence artificielle», à Paris.
Renseignements : AFCET, (1), 766.24.19, ou INRIA, (3) 954.90.20 (poste 600).

12 et 13 février 84
Les Journées professionnelles du Salon International de la Maquette et du Modèle Réduit se tiendront 2, place de la Bastille. 75012 Paris.
Renseignements : tél.: 345.55.55.

21 au 24 février 1984
SIBSO 84, Salon régional informatique, robotique, bureautique, télématique et automatique du Grand Sud-Ouest, à Toulouse.
Renseignements : P. Lemartin, SIBSO, 35bis, boulevard des Recollets, BP4074, 31029 Toulouse Cedex, (61) 25.02.61.

22 au 24 février 1984
5e journées micro-informatiques de Grenoble. Cette manifestation comportera un salon réunissant 70 exposants (matériels et logiciels) et un programme de conférences et séminaires de formation. Avec la collaboration de l'ADIRA (Association pour le développement de l'informatique en Rhône-Alpes).
Renseignements : CUEFA, Domaine universitaire de Saint-Martin d'Hères, BP 53 X, 38041 Grenoble Cedex, (76) 54.51.63.

6 au 8 mars 1984
Productique et robotique : facteurs de développement socio-économique. Colloque international organisé par l'ADESO (Association pour le développement de l'électronique dans le Sud-Ouest), avec le concours de l'ADERA (Association pour le développement de l'enseignement et des recherches auprès des universités, des centres de recherche et des entreprises d'Aquitaine), de l'ADETAA (Association pour le développement des techniques d'automatisation en Aquitaine), de l'Université de Bordeaux I et de la SEE, dans le cadre des journées de l'électronique Electron 84. Appel aux communications.
Renseignements : ADERA, BP 48, 33166 Saint-Médard-en-Jalles Cedex, (56) 05.84.24, poste 256.

6 mars 1984
2e Congrès de la gestion de production, à Paris (Palais des Congrès). Appel aux communications.
Renseignements : AFGI, Tour Europe Cedex 7, 92080 Paris La Défense, (1) 778.14.33 (poste 4728).

14 au 16 mars 1984
SIBSO 84, Salon régional Informatique Robotique Bureautique Télématique Automatique du Grand Sud-Ouest, à Pau.
Renseignements : P. Le Martin, SIBSO (voir 21 au 24 février 1984).

27 au 30 mars 1984
SIBSO 84, Salon régional Informatique Robotique Bureautique Télématique Automatique du Grand Sud-Ouest, à Montpellier.
Renseignements : P. Le Martin, SIBSO (voir 21 au 24 février 1984).

27 mars au 5 avril 1984
Metallorabotka, à Moscou (URSS). Renseignements : JP Stehlin ou Mlle F. Lecœur, CFME (505.34.32).

COMPOSANTS D'ORIGINE JAPONAISE

Série 2 SA

683	16,20
719	7,50
720	7,90
733	2,70
798	12,00

Série 2 SB

324	7,60
405	10,30
407	42,00
536	18,00

Série 2 SC

372	2,70
373	3,50
380	2,50
388	18,00
394	2,80
458	4,40
495	6,60
535	5,40
536	3,00
710	2,50
711	2,50
730	29,00
733	4,80
784	3,40
828	3,40
829	4,50
900	2,80
930	3,60
945	2,00
998	4,50
1018	9,00
1047	12,00
1096	5,00
1166	14,00
1239	23,00
1036	17,00
1307	33,80
1364	7,00
1383	8,00
1384	6,80
1475	25,00
1647	24,00
1674	3,40
1675	2,20
1760	19,00
1945	48,50
1947	53,00
1957	10,00
1969	31,00
1978	105,00
2001	5,20
2028	8,00
2029	18,00
2078	20,80
2086	4,00
2166	20,80

Série 2 SD

234	15,00
313	14,40
355	4,50
526	16,00
586	49,00

Série 2 SK

19	4,80
33	6,00

Série 3 SK

41	25,00
45	16,00

Série AN

103	18,90
214	24,00
240	29,00
247	56,00
303	94,00
313	70,00
315	32,00
362	40,00
610	28,00
612	26,00
7145	119,00
7150	51,00

Série BA

301	8,00
313	28,00
511	26,00
518	38,00
521	24,00
532	74,00

Série HA

1137	49,00
1138	35,00
1156	38,00
1322	25,00
1339	29,00
1342	56,00
1366	28,00
1368	47,00
1377	91,00
1388	130,00
1389	54,00
1406	23,00
1452	37,00

Série LA

1201	28,00
1230	38,00
3155	26,00
3300	44,80
3301	40,00
3350	29,00
4032	32,00
4100	27,80
4101	36,40
4102	37,00
4110	36,20
4400	32,00
420	32,00
4422	25,00
4430	35,00

Série LD

3001	77,00

Série M

51513	31,20
51515	37,00

Série MB

3705	49,00

Série BM

3712	38,00

Série STK

0039	100,00
0040	100,00
0060	130,00
025	192,00
050	256,00
435	70,00
441	120,00
463	150,00

Série TA

7063	6,60
7108	44,80
7120	7,70
7122	17,80
7130	25,00
7203	30,00
7204	22,00
7205	22,00
7208	52,00
7213	28,50
7215P	78,40
7222	26,00
7310	18,00
7313	35,00

Série UPC

566	5,60
575	20,30
592	12,00
1025	28,00
1156	32,00
1181H	22,00
1182H	22,00

Série PLL

02a	88,00

Série MRF

475	45,00
450A	180,00

MICROPROCESSEURS

Série TMS

1000/3311 12 Airs	95,00
1000/3310 ou 3318 24 Airs	130,00
1122 programmateur	80,00

THYRISTORS

1,5 Ampères 50 V	3,50
1,6 Ampères 100 V	5,00
1,6 Ampères 200 V	6,00
BRY 55	2,50
17050	20,00
17077	20,00
17088	20,00
17089	20,00
BT 112	15,00
BT 113	15,00
BT 119	15,00
BT 120	15,00
BT 121	15,00
BTW 27/600 R	18,00
TH 500 RT	20,00

TRIACS

6 Ampères 400 V	4,00
8 Ampères 400 V	5,00
12 Ampères 400 V	8,00
16 Ampères 400 V	15,00
DIAC	1,50

REGULATEURS TO 220

5 V/7,5 V 8/9/12/15/18/24 . . 10,00
LM 317 T 15,00

REGULATEURS TO 3

6/8/18 V - 3A 25,00

ZENERS 400 MW

De 0,8 V à 51 V . . . 1,50

ZENERS 1,3 W

De 3,6 V à 100 V . . 2,50

OPTO

Afficheurs rouge

8 mm cathode commun rouge	9,00
8 mm anode commun rouge	9,00
12 mm cathode commun rouge	12,00
12 mm anode commun rouge	12,00

Photo coupleurs

TIL 111	10,00
TIL 116	10,00

Cellules photo conductrices

PCV 69 = LDR 05	8,00

DIODES LED

Ronde Ø 3 - rouge vert jaune orange	2,20
Ronde Ø 5 - R.J.V.O.	2,00
Ronde Ø 5 - R haute luminosité	8,00
Rectangulaire extrémité plate 2,5 × 5 mm R J V	3,50
Rectangulaire extrémité arrondie 2 × 4 mm R J V	3,50
Plate bicolore rouge/jaune	8,00
Carré 4 × 4 mm R V J	4,00

PONTS REDRESSEURS

1,5 A boitier carré 400 V	5,00
3 A pattes en ligne 80 V	10,00
5 A pattes en ligne 80 V	12,00
10 A 400 V cosses FASTONED	20,00
15 A 400 V cosses FASTONED	25,00
25 A 400 V cosses FASTONED	30,00

REFROIDISSEURS

Pour TO3 7,5°/W Dim. 25 × 40 × 40 ou 15 × 40 × 40 860/W Prix 10 F

Pour TO3 P 85°/W Dim. 25 × 20 × 10 Prix 3 F

Pour TO3 11°/W Dim. 50 × 35 × 25 Prix 7 F

Pour TO5 30°/W Dim. 0 25, H. 13 mm Prix 12 F

Pour 8 TO66 30°/W Dim. 290 × 78 × 15 mm Prix 45 F

Pour 2 TO66 ou 4 TO220 15°/W. Dim. 50 × 35 × 55mm Prix 18 F

Non coupé, non percé Pour 8 TO220 25°/W Dim. 20 × 250 × 14 mm Prix 8 F

Pour TO3 P 35°/W Dim. 50 × 35 × 55mm Prix12 F

Connecteurs informatique à sertir très utilisés sur micro-ordinateurs.

2 × 10 broches	15,00
2 × 17 broches	30,00
2 × 20 broches	35,00

Embase avec verrouillage Picot droit ou en équerre (à préciser).

2 × 10 broches	15,00
2 × 17 broches	25,00
2 × 20 broches	30,00

Boîtier pour clavier ou micro-ordinateur noir en résine ergonomique. Forme pupitre très agréable, idéal pour ZX 81 + alim. + clavier + extensions etc. Dim. 400 × 212 × H 79 × h 59mm Prix 300 F port 20 F.

Touches clavier type ELT 18 normalisées Cabochon gris.
Prix l'unité 8.50 F
Par 12 et + 7,50 F
Feuille transfert pour inscription s/touches 15 F.

DIODES — DIODES — DIODES — DIODES

Série BA

243	2,50

Série BB

100	2,50
103	2,50
104	2,50
105	2,50
106	2,50
121	2,50
122	2,50
205	2,50
209	2,50
405	2,50
406	2,50
809	2,50

Série IN

133	2,20

Série BY 1 AMP

4001	1,10
4002	1,20
4003	1,30
4004	1,30
4005	1,30
4006	1,50
4007	1,50
4384	1,50
4385	1,50

Série BY 3 AMP

251	2,20
253	2,20
255	2,60

LAG

50 000 relais japonnais FUJITSU prof.

Prix exceptionnels
jusqu'à épuisement du stock
Par quantités nous consulter

Série FRL 253 etc
Dim. 35 × 39 × 50. Contacts 10 A en 220 V A ou 30 V en C
Les relais "A" alternatifs fonctionnent en "C" continu.

C 12 V - 2 RT - 120 Ω	A 24 V - 1 RT - 80 Ω
C 12 V - 3 RT - 120 Ω	A 24 V - 2 RT - 80 Ω
C 24 V - 2 RT - 470 Ω	A 24 V - 3 RT - 80 Ω
C 48 V - 2 RT - 1 K8 Ω	A 48 V - 3 RT - 280 Ω
A 12 V - 2 RT - 40 Ω	A 220 V - 2 RT - 6 K Ω
C 24 V - 3 RT - 470 Ω	A 220 V - 3 RT - 6 K Ω

A l'unité au choix **25 F** + port 5 F
Sélection LAG. 12 relais (1 de chaque) ou 8 relais (1 de chaque + 4 au choix)
Prix **199 F** + Port 19 F

Série FRL 414
Circuits imprimés
Dim. 12 × 1 × 31

V 12 V - 2 RT - 320 Ω	
C 12 V - 4 RT - 600 Ω	
C 24 V - 2 RT - 1 k2 Ω	
C 24 V - 4 RT - 960 Ω	
C 48 V - 2 RT - 1 k Ω	

A l'unité au choix **15 F** + port 4 F
Sélection LAG. 10 relais (2 de chaque) ou 3 relais (2 de chaque + 4 au choix)
Prix **199 F** + port 15 F

Série FRL 263 etc
Dim. 21 × 28 × 34 Contact 8 A en 220 V ou 30 V =
Les relais "A" alternatifs fonctionnent en continu "C"

C 12 V - 1 RT - 160 Ω	A 6 V - 4 RT - 10 Ω	A 48 V - 1 RT - 600 Ω
C 12 V - 2 RT - 160 Ω	A 12 V - 1 RT - 60 Ω	A 48 V - 2 RT - 600 Ω
C 24 V - 1 RT - 600 Ω	A 12 V - 2 RT - 40 Ω	A 48 V - 4 RT - 600 Ω
C 24 V - 2 RT - 600 Ω	A 24 V - 1 RT - 160 Ω	A 120 V - 1 RT - 4 K8 Ω
C 48 V - 1 RT - 1 K8 Ω	A 24 V - 2 RT - 160 Ω	A 120 V - 2 RT - 4 K8 Ω
C 48 V - 2 RT - 1 K8 Ω	A 24 V - 4 RT - 160 Ω	A 220 V - 1 RT - 10 K Ω
	A 24 V - 4 RT - 600 Ω	A 220 V - 2 RT - 10 K Ω

A l'unité au choix **20 F** + port 4 F
Sélection LAG. 20 relais (1 de chaque) ou 12 relais (1 de chaque + 8 au choix)
Prix **299 F** + port 19 F

TEC Langlade Davall

C 6 V - 2 RT - 52 Ω	C 12 V - 2 RT - 600 Ω
C 12 V - 1 RT - 600 Ω	C 24 V - 3 RT - 200 Ω
C 12 V - 1 RT - 500 Ω	C 24 V - 2 RT - 2500 Ω
C 12 V - 2 RT - 600 Ω	C 48 V - 2 RT - 1 K Ω
C 12 V - 6 RT - 700 Ω	C 75 V - 4 RT - 1500 Ω

A l'unité au choix **15 F** + port 4 F
Sélection LAG. 10 relais (1 de chaque) ou 6 relais (1 de chaque + 4 au choix)
Prix **99 F** + port 19 F

SUPPORTS DE RELAIS

FUJITSU

Pour série 253 etc, pour C.I.
Pour série 253 etc, à cosse
Prix unitaire 10 F port 6 F
Pour série 263 Etc à cosse
Prix unitaire 10 F port 6 F

SIEMENS	VARLEY
Pour X 196	Pour 2 RT
Pour X 001	Prix unitaire 10 F
Prix unitaire 10 F port 6 F	port 6 F

Série BR 111 Dim. 16×20×22
Série BR 211 Dim. 15×10×10

C 5 V - 1 RT - 80 Ω	C 5 V - 1 RT - 50 Ω
C 9 V - 1 RT - 220 Ω	C 5 V - 1 RT - 50 Ω
	C 6 V - 1 RT - 250 Ω

A l'unité au choix **10 F** 2 port 4 F
Sélection LAG. 20 relais (4 de chaque) ou 3 relais (4 de chaque + 8 au choix)
Prix **119 F** + port 15 F

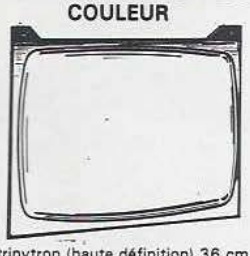
MTI Contacts 10 A
RCA Continu 20 A
CSF 20 A sous vide

C 32 V - 4 RT - 350 Ω - MTI
C 12 V - 2 RT - 25 Ω - RCA
C 24 V - 2 RT - 25 Ω - CSF
A l'unité au choix **38 F** + port 8 F
Sélection LAG. 3 relais (1 de chaque)
Prix **79 F** + port 19 F

COMPTEUR D'IMPULSIONS TOTALISATEURS ELECTRO-MECANIQUES

5 chiffres
Remise à zéro manuelle
Faible consommation 48 VC ou 24 VC (à préciser)
Prix unitaire **49 F** port 5 F

MONTEZ VOTRE MONITEUR COULEUR



Tube trinytron (haute définition) 36 cm JAPONAIS. Modules japonais montés et préréglés. Câblage simple (schéma fourni).
Prix **1 690 F** Port 80 F

TUBE TELE COULEUR - NEUF
GARANTIE 1 AN

	PRIX TTC
11 SP 22 (27 cm)	350 F
A 55 14 X (remplace les 55-1/19/21 et 141)	590 F
A 67 200 X	990 F

TYPE PIL

370 CGB 22	480 F	A 42 100	480 F
420 BTB 22	480 F	A 51 570 X	700 F

PROMOTION EXCEPTIONNELLE
NEUFS - GARANTIE 1 AN
56 cm, COULEUR 110°, ref. 560 ATB 22. Remplace 56.610 X, 56.611 F, 56615 X. **490 F**
Par 100, nous consulter.

NOIR ET BLANC NEUF - GARANTIE 1 AN

	PRIX TTC
A 36 -11	160 F
4 AA 420 W	160 F

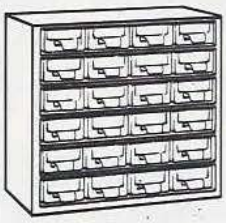
PROMOTION EXCEPTIONNELLE
59 cm, N et B, 23 HEP 4, 110°, remplace tous les 59 cm et 23 pouces. Prix TTC ..... **190 F**
Par 100, nous consulter. Port unit. par tube **90 F**

TUBES IMAGE COULEUR V. COLOR
reconstruits - garantie 1 an

Réf.	Prix TTC		
A51 161 X	1490 F	A66 140 X	1250 F
A56 120 X	1190 F	A67 120 X	1250 F
A56 610 X	1450 F	A67 150 X	1390 F
A66 120 X	1250 F	A67 610 X	1490 F

Port : par tube 100 F

CASIER DE RANGEMENT 24 TIROIRS *(Dim. 280 × 300 × 140 mm)*
INDISPENSABLE A L'ELECTRONICIEN



Comprenant :
- 100 résistances échelonnées 1/8è à 3 watts
- 15 résistances bobinées vitrifiées ou non échelonnées
- 100 condos échelonnés céram. polyester mica styro.
- 50 condensateurs chimiques échelonnés
- 25 potentiomètres échelonnés en valeur et diamètres
- 25 potentiomètres miniatures ou résistances ajustables
- 2 résistances variables par vis hélicoïdale à curseur 600 Ω
- 3 répartiteurs de tension porte fusible
- 2 claviers 5 touches isostat
- 2 contacteurs à poussoir de 6 à 18 contacts
- 50 boutons divers
- 3 têtes magnéto.
- 2 bandes magnétiques 2 × 175 mètres
- 1 disjoncteur thermique
- 5 relais clare
- 1 sélecteur d'impulsions téléphoniques

Prix **199 F** Port 41 F

TORG **LES TANKS RUSSES DE LA MESURE**
Garantie 1 an pièce et main d'œuvre S. A. V. sur place

OSCILLO CI-94 du DC à 10 MHz avec 2 sondes : 1/1 et 1/10
Ecran 50 × 60 mm, calibrage : 8 × 10 divisions (1 div = 5 mm)
Déviation verticale : simple trace, temps de montée 35 nano-S, atténuateur 10 positions (10 mV/div. à 5 V/division) impéd. d'entrée directe avec sonde 1/1 : 1 Megohm/40 pf. et 10 Megohms/25 pf.
Déviation horizontale : base de temps déclenchée ou relaxée, vitesse de balayage 0,1 micro-S/div. à 50 milli S/division en 9 positions, synchro automatique, inférieure ou extérieure (+ ou -).
Prix **1295 F** Port et emb. 40 F

OSCILLO CI-90 du DC à 1 MHZ avec 2 sondes : 1/1 et 1/10
Ecran 40 × 60 mm, calibrage : 6 × 10 divisions (1 div = 5 mm).
Déviation verticale : identique à CI-94 mais temps de montée 350 nano-S.
Présentation identique des deux modèles. Oscillos compacts, L 10, H 19, P 30 cm, Poids 3,5 kg. **Avec 2 sondes : 1/1 et 1/10** Prix **890 F** + port et emb. 40 F
Pour l'achat de l'un des 2 modèles : 2 moteurs tourne broche gratuits

PINCE AMPEREMETRIQUE 0 A 500 AMPERES
Mesures des intensités en 4 gammes : 0 - 10 - 25 - 100 - 500 ampères. **Mesures des tensions** en 2 gammes : 0 - 300 - 600 volts. Appareils robustes, pratiques, bien en main, livrés en étui, avec cordons spéciaux avec pinces croco isolées.
Prix **239 F** + Port 20 F
Pour l'achat d'une pince : 1 moteur tourne broche gratuit

TORG les seuls contrôleurs universels au monde protégés par une malette alu étanche de 2 mm d'ép. indéformable, livrés avec cordons, pointes de touche et piles. Dimensions identiques pour les 3 modèles 21 × 11 × 8,5 cm

U-4315

Résistance interne : 20 000 ohms/volt courant continu. Précision : ± 2,5 % c. continu et ± 4 % c. alternatif.

Volts continu	10mV à 1 000 V en 10 gammes.
Volts alternatif	250 mV à 1 000 V en 9 gammes
Ampères continu	5 µA à 2,5 A en 9 gammes
Ampères alternatif	0,1 mA à 2,5 A en 7 gammes
Ohm-mètre	1 ohm à 10 Mégohms en 5 gammes
Capacités	100 PF à 1 MF en 2 gammes
Décibels	- 16 à + 2 dB échelle directe

Prix **195 F** Port et embal. 26 F
Pour l'achat d'un 4315 : 1 moteur tourne broche gratuit

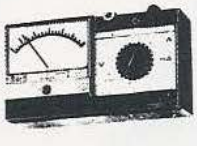
U-4341

AVEC TRANSISTORMETRE INCORPORE
Résistance interne : 16 700 ohms par volt (courant continu).
Précision : ± 2,5 % c. continu et ± 4 % c. alternatif.

Volts continu	10 mV à 900 V en 7 gammes
Volts alternatif	50 mV à 750 V en 6 gammes
Ampères continu	2 µA à 600 mA en 5 gammes
Ampères alternatif	10 µA à 300 mA en 4 gammes
Ohm-mètre	2 ohms à 20 Mégohms en 5 gammes

TRANSISTORMETRE : Mesure ICR, IER, ICI, courants base, collecteur, en PNP et NPN.
Prix **195 F** Port 26 F
Pour l'achat d'un 4341 : 1 moteur tourne broche gratuit

U-4317



Avec **DISJONCTEUR ELECTRONIQUE** contre toute surcharge.
Résistance interne : 20 000 ohms/volt courant continu. Précision : ± 15 % c. continu et ± 25 % c. alternatif.

Volt continu	10 mV à 1 000 V en 10 gammes
Volts alternatif	50 mV à 1 000 V en 9 gammes
Ampères continu	5 µA à 5 amp. en 9 gammes
Ampères alternatif	25 µA à 5 amp. en 9 gammes
Ohm-mètre	1 ohm à 3 Mégohms en 5 gammes
Décibels	- 5 à + 10 dB échelle directe

Prix **299 F** Port 26 F
Pour l'achat d'un 4317 : 2 moteurs tourne broche gratuits

Pour l'achat de 2 contrôleurs différents ou du même type, en plus des cadeaux sus énoncés : 1 CONTROLEUR GRATUIT NH55 décrit ci-dessous.

NH 55

Un vrai petit bijou 2000 ohms/V CC et CA. V de 0 à 1000 V en CC et CA en 4 gammes. Ampère 100 mA ohms de 0 à 1 mégohms en 2 gammes tarage par pot. Db - 10 à + 22 Db. Dim. 60 × 90 × 30. Poids 150 g
Prix **79 F** Port 9 F

BON DE COMMANDE

NOM _____ 4315 à 195 F ☐ 4317 à 299 F ☐
Prénoms _____ 4341 à 195 F ☐ NH55 à 79 F ☐
Adresse _____ *Inscrire les quantités dans les cases*

Votre cadeau 1 NH 55 pour 2 contrôleurs TORG + moteurs seront joints automatiquement suivant la quantité commandée.
Port pour les 3 contrôleurs : 41 F

PARIS 75010, 26 rue d'Hauteville Tél. 824.57.30
ORGEVAL 78630, 14 rue de Vernouillet Tél. 975.87.00
Commandes Province à ORGEVAL, joindre le règlement pour plus de rapidité • en CR + 50 % à la commande.
Magasin fermé dimanche et lundi.

LAG

OU ? QUAND ? COMMENT ? POURQUOI ?

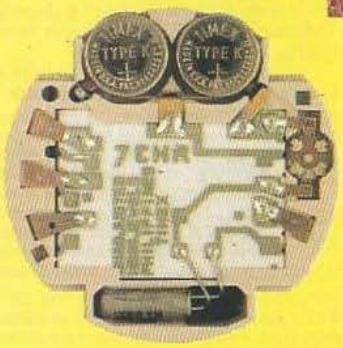
Chaque mois, Ça m'intéresse vous répond.

Pour la première fois, un magazine répond aux mille et une questions que vous vous posez dans tous les domaines, qu'il s'agisse d'astronomie ou de zoologie, de botanique ou de futurologie, de cinéma ou de physique, d'économie ou de photographie...
Ça m'intéresse interroge pour vous spécialistes et savants, afin de vous offrir la meilleure information.
Les jeunes lisent Ça m'intéresse pour apprendre en s'amusant, les parents pour discuter avec leurs enfants.
Ça m'intéresse, un magazine mensuel de 82 pages minimum, dont plus de la moitié en couleurs avec plus de 130 illustrations et photos (format 28,5 x 22,5 cm).
Pour vivre pleinement avec votre temps, abonnez-vous à Ça m'intéresse, vous y trouverez toujours ce qui vous concerne, ce qui vous intrigue et ce qui vous passionne.

Christophe Colomb encore une fois battu.
On savait déjà que les Vickings avaient découvert l'Amérique 500 ans avant Colomb.
On pense maintenant que les Noirs venus d'Afrique les ont précédés 800 ans avant J.C.

Les voyants :
Cartes à jouer, marc de café, boule de cristal, étoiles et même ordinateur. De la sorcellerie à la prospective, les hommes ont toujours voulu connaître leur avenir. Le peuvent-ils sérieusement ?

"Nos amis" les loups.
Disparus de France depuis 50 ans, ces grands chasseurs jouaient un rôle régulateur irremplaçable auprès des animaux sauvages. Les reverrons-nous un jour dans nos forêts ?



L'intérieur d'une montre à quartz.
Elle n'a ni ressort, ni aiguille, ni rouage, ni balancier. Comment fonctionne cette petite merveille de précision ?

Abonnez-vous à Ça m'intéresse. Deux formules économiques au choix.

Bon à découper ou à recopier et à adresser sous enveloppe affranchie à Ça m'intéresse - Service Abonnements, 60732 Sainte - Geneviève Cedex.

OUI, je désire m'abonner à Ça m'intéresse :
☐ pour 2 ans (24 numéros) avec une économie de 80 F : 280 F au lieu de 360 F, prix de vente au numéro.
☐ pour 1 an (12 numéros) avec une économie de 26 F : 154 F au lieu de 180 F, prix de vente au numéro.
Dans tous les cas, je peux à tout moment résilier mon abonnement et me faire rembourser intégralement les numéros restant à servir.
Mode de règlement : je règle ci-joint mon abonnement de 280 F ou de 154 F (de préférence par chèque bancaire ou postal à l'ordre de Ça m'intéresse).

(Ecrire en capitales, n'inscrire qu'une lettre par case. Laisser une case entre deux mots. Merci)

M., Mme., Mlle., Nom, Prénom

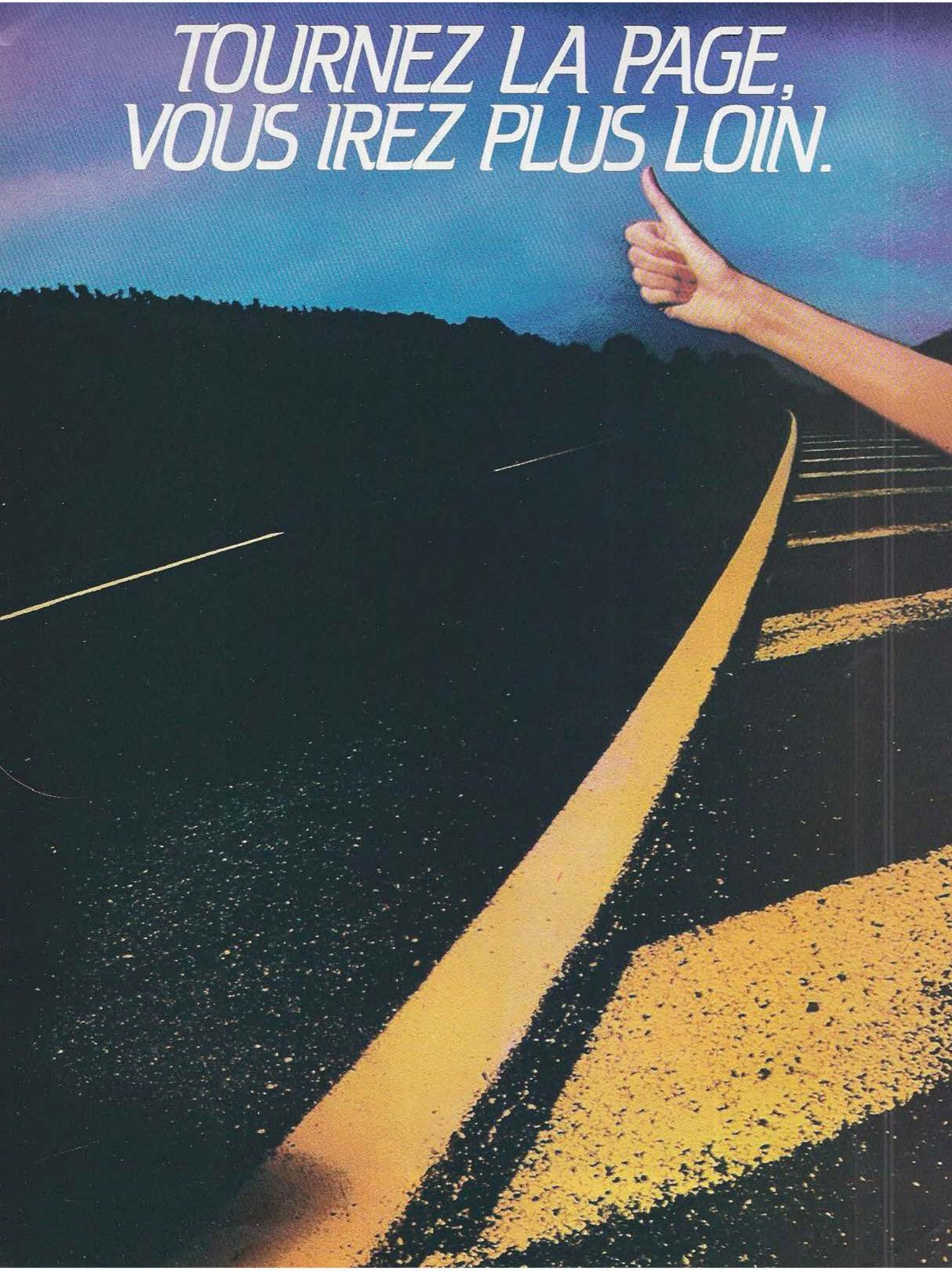
Résidence/Escalier/Bâtiment

Numéro Rue/Avenue/Boulevard ou Lieu dit

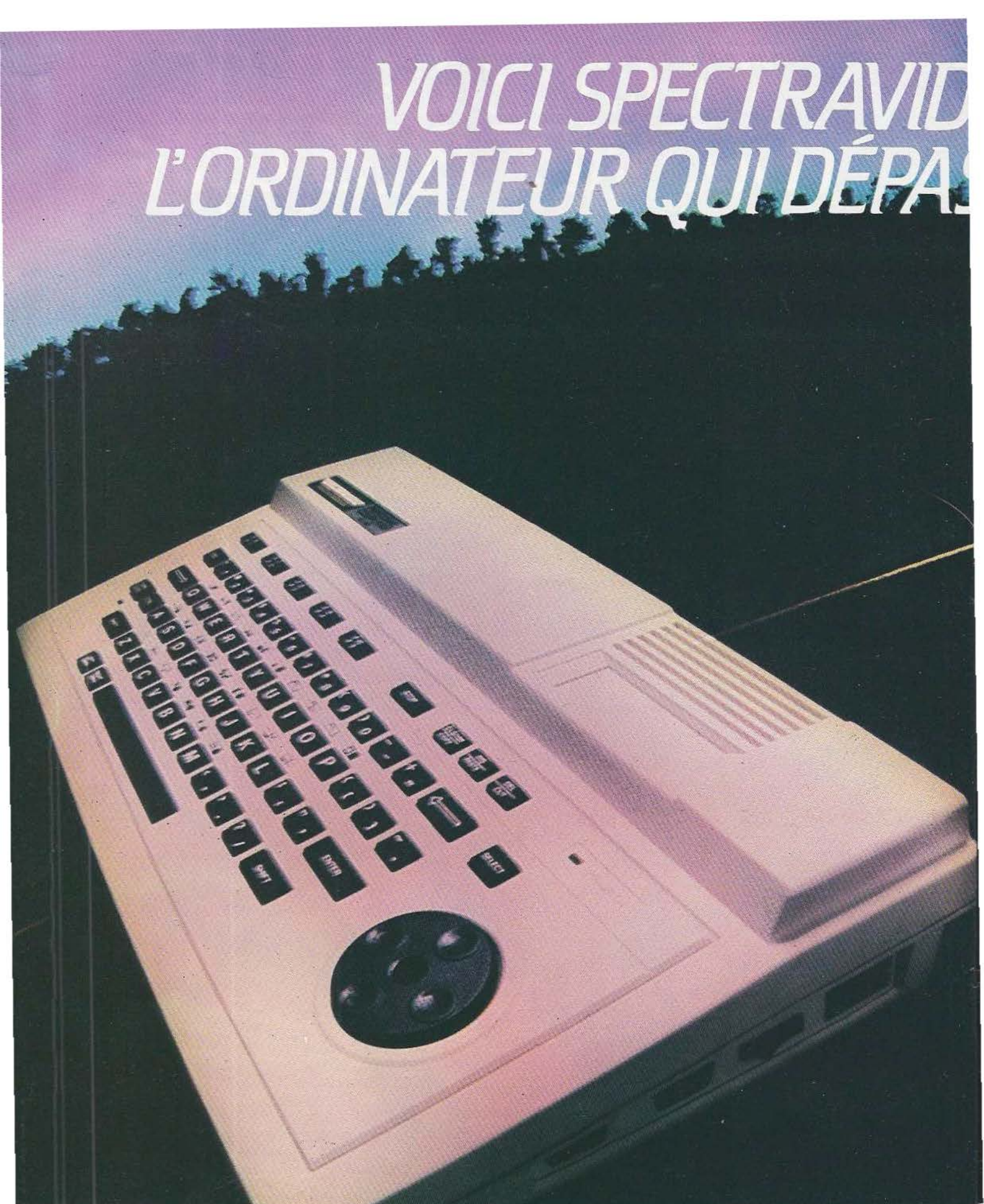
Commune

Code postal Bureau distributeur ou pays

MRO


TOURNEZ LA PAGE,
VOUS IREZ PLUS LOIN.

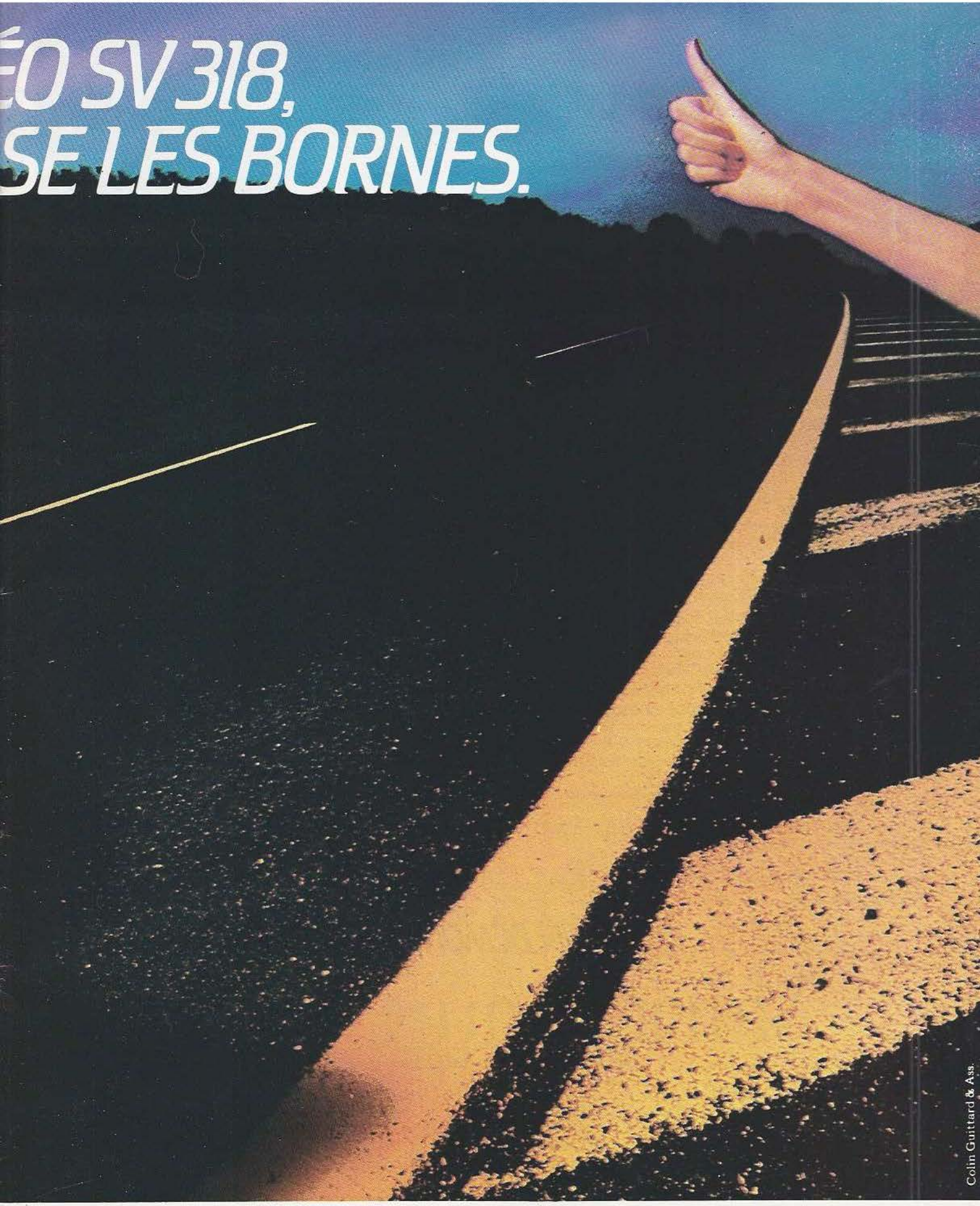
VOICI SPECTRAVID
L'ORDINATEUR QUI DÉPA



Amateur éclairé ou néophyte en micro-informatique, vous allez voir du pays ! Voici le SPECTRAVIDÉO SV 318, l'ordinateur qui dépasse les bornes.

Jamais en effet, un ordinateur personnel n'avait autant repoussé les limites du champ informatique et ce, dans toutes les catégories d'utilisation : ***INITIATION - CRÉATION - JEUX - EXPLOITATION.***

Le SV 318 est un système informatique évolutif extrêmement complet. A tout moment, il se mettra au diapason de vos progrès, de vos besoins et



de vos possibilités financières.

Jamais encore un ordinateur n'avait offert une telle potentialité pour une si petite mise de fonds de départ, ni une telle possibilité d'étalement des dépenses.

- Exceptionnelle extensibilité de mémoire : 32 Ko à 256 Ko RAM et 32 Ko à 96 Ko ROM.
- Puissant basic SV MICROSOFT® résident.
- Famille complète de périphériques.
- Compatibilité CP/M® intégrée.
- Unité centrale : 2 980 F*.

→

LE SV 318 DÉPASSE LES BORNES DE L'INITIATION.

Très souple d'emploi, utilisant un basic clair et riche, développé pour lui par MICROSOFT® , le SV 318 vous ouvre largement les portes de l'univers informatique. Il vous permet également d'aborder d'autres langages tels que Pascal, Cobol, PL 1, Logo...

LE SV 318 DÉPASSE LES BORNES DE LA CRÉATION.

Si vous voulez créer vos propres programmes ou devenir un artiste de l'informatique, le SV 318, par l'action conjuguée de son basic exceptionnel et de sa grande extensibilité, vous réserve de bien bons moments grâce notamment à :

– Un accès à 10 touches de fonctions programmables.
– Une auto-numérotation/rénumérotation automatique.
– Une très grande rapidité d'exécution.
– Un stockage des informations sur disquettes ou cassettes.
– D'innombrables possibilités graphiques et sonores, etc...

LE SV 318 DÉPASSE LES BORNES DU JEU.

Véritable "bête de jeux", le SV 318 possède, outre une propre gamme de jeux remarquable, un atout inédit : la possibilité de recevoir toute la série des cartouches COLECOVISION®, l'une des plus riches et des plus attrayantes à ce jour (adaptateur en option).

LE SV 318 DÉPASSE LES BORNES DE L'EXPLOITATION.

Que vos besoins se situent au niveau personnel, familial ou professionnel, le SV 318, par ses nombreuses possibilités de configuration et d'utilisation, vous apporte la réponse que vous attendez. Avec en plus, un immense choix de logiciels :

- *Une gamme propre couvrant gestion personnelle ou familiale, éducation, affaires.*
- *Une compatibilité au nouveau standard MSX® regroupant déjà 15 des plus grands constructeurs mondiaux.*
- *Une compatibilité intégrée au standard CP/M (80 colonnes) garantissant l'accès à la plus abondante bibliothèque de logiciels professionnels au monde.*

DE PLUS, LE SV 318 DÉPASSE LES BORNES DE L'EXTENSIBILITÉ.

Avec le SV 318, plus rien ne vous arrêtera, car il démarre vraiment là où les autres "calent" :

– Extensibilité de mémoire de 32 Ko à 256 Ko RAM et de 32 Ko à 96 Ko ROM.
– Choix de périphériques jamais atteint à ce jour par un appareil de cette catégorie, comportant notamment : boîtier d'extention, mini-bus d'extension, lecteur de disquettes (256 Ko) contrôleur (deux disquettes), lecteur de cassettes (géré par l'ordinateur), extension 16 K RAM et 64 K RAM, RS 232 C, Centronics, 80 colonnes, Modem, adaptateur COLECOVISION, Joystick II et III.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	
• 32 Ko ROM extensibles à 96 Ko	• 10 touches fonction
• 32 Ko RAM extensibles à 256 Ko	• 10 couleurs et 32 lutins graphiques
• Microprocesseur Z 80 A avec horloge 3,6 MHz	• Manette de jeux intégrée/ curseur de contrôle
• Basic SV MICROSOFT®	• Lecteur de cartouches intégré
• Accès direct CP/M® (80 col.)	• Haute résolution de 256 X 192
• 71 touches ASCII (QWERTY)	• Son programmable en basic
• Minuscules et majuscules	• 3 canaux sonores - 8 octaves (A.D.S.R.)
• 52 symboles graphiques	
TOTAL : F 2 980*.	

** prix indicatif au 1.10.1983*

Avec toutes ces performances et ces capacités d'extension, le SPECTRAVIDEO SV 318, l'ordinateur qui dépasse les bornes, va vous emmener explorer l'infini...

®CP/M est une marque déposée de Digital Research Inc.
®Microsoft est une marque déposée de Microsoft Corporation
®Colecovision est une marque déposée de Coleco Industries
®MSX est une marque déposée de Microsoft Corporation

LE SV 318 EST EN DÉMONSTRATION CHEZ

Valric-Laurène

L'inédit en micro-informatique.

- *VALRIC-LAURENE / PARIS*
  22 avenue Hoche (M° Etoile). Tél. : 225.20.98.
- *VALRIC-LAURENE / LYON*
  10 quai Tilsitt (M° Bellecourt). Tél. : (7) 838.24.25
- *VALRIC-LAURENE / MARSEILLE*
  5 rue St Saëns (M° Vieux Port). Tél. : (91) 54.83.21
- ***EN BELGIQUE :** MICRO MARKETING*
  52 avenue de l'Hippodrome 1050 Bruxelles. Tél. : 648.41.82

EGALEMENT A LA FNAC, CHEZ HACHETTE-MICRO ET CHEZ LES MEILLEURS SPECIALISTES.

Je désire, sans engagement de ma part, recevoir votre documentation sur le SPECTRAVIDEO SV 318 M&R-12

Nom _____ *Prénom* _____

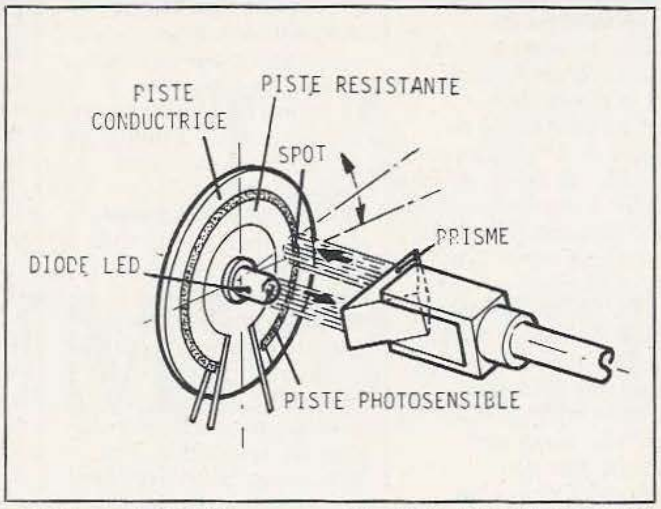
Adresse _____

Profession _____ *Tél. (bur)* _____ *Tél. (dom.)* _____

SEGOR : POTENTIOMETRE OPTO-ELECTRONIQUE

Segor produit des photo-résistances de tous types, standard mais aussi sur mesure (en boîtier plastique ou métallique), des opto-coupleurs divers, à photo-résistances.
Cette orientation, et une forte demande de la part d'utilisateurs, a conduit à l'étude d'un potentiomètre opto-électronique offrant une durée de vie illimitée, une absence de crachement, une absence de frottement, un faible bruit de fond et un couple d'entraînement pouvant être nul. Cet élément se compose d'une piste résistance entourée d'une piste photo-conductrice et d'une piste conductrice.

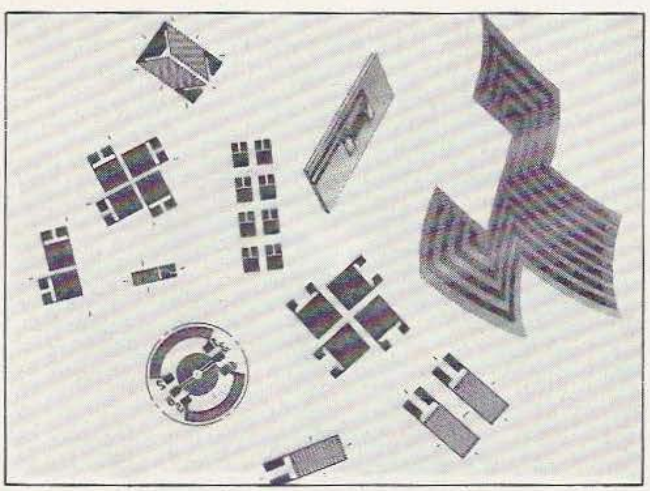
En éclairant la piste photo-conductrice, on crée un pont conducteur entre la résistance et la piste conductrice.
Une source lumineuse placée au centre émet vers un prisme qui renvoie la lumière sur la piste photosensible.



L'axe du potentiomètre n'a donc qu'à entraîner un prisme léger pouvant éventuellement être monté à l'extrémité d'un cadre mobile d'un instrument galvanométrique ou autre.

SFERNICE : JAUGES DE CONTRAINTE

Utilisant ses connaissances sur les métaux en feuille, Sfernice vient de développer une gamme de jauges de contrainte résistives qui devrait concurrencer les productions généralement importées. Sfernice propose une gamme complète de jauges réalisées à partir de techniques avancées de gravure par plasma ou faisceaux ioniques, associées à une conception assistée par calculateur. Un catalogue de 24 pages résume les caractéristiques de 62 références, chacune étant disponible en 6 valeurs de compensation de coefficient de dilatation du corps d'épreuve, Sfernice tente avec cette gamme de reconquérir le marché français. Objectif pour 1984 : 20% de la consommation française, soit environ 200.000 pièces.



RTC : CAPTEURS MAGNETORESISTIFS

La magnétorésistance fait partie des capteurs magnétiques réagissant à un champ continu et non à une variation de champ. RTC se lance dans cette nouvelle voie avec des capteurs en ponts magnétorésistifs. Le principe de base est la variation de résistance due à la déviation du courant dans un conducteur par un champ magnétique. Ce principe permet d'obtenir des résultats plus performants que ceux obtenus avec des capteurs à effet Hall, en particulier pour la sensibilité, la gamme de température et la fréquence d'utilisation, cette dernière pouvant atteindre plusieurs MHz.
RTC mentionne leurs possibilités d'utilisation comme capteurs de déplacement linéaire.
Précisons que ce constructeur produit également des aimants, composants complémentaires...

MFOM : FIBRES OPTIQUES MANULUX

Ces fibres optiques ont été étudiées pour les applications grand public (rien à voir avec celles pour télécommunication). Avec les fibres plastiques (polyméthylmétacrylate) l'atténuation atteint 500 à 1000 dB/km. Rien n'empêche, en revanche, de les employer pour des transmissions à courte distance (une dizaine de mètres). Dans ce cas, la fibre optique ira là où un capteur ou une diode ne peuvent prendra place.
Ces fibres existent en différentes versions, nues de 0,25 à 3 mm de diamètre, gaînées multibrins de 16 à 64 fibres de 0,25 mm de diamètre et gaînées monobrin de 0,5 à 1,5 mm.
Pour l'expérimentation, MFOM a eu l'excellente idée de rassembler dans un kit 4 modèles de fibres mono ou multibrins (4 m de longueur pour chacune, 4 modèles d'embouts pour sertissage hexagonal avec leur pince, le tout dans un coffret.

PORTESCAP : MICROMOTEURS A REDUCTEUR PLANETAIRE.

Portescap, spécialiste du moteur électrique de haut rendement, présentait cette année une nouvelle série de moteurs à réducteurs intégrés. Le diamètre de ces moteurs de 16 mm et le type de réducteurs planétaires utilisés permettent d'obtenir, à la fois, une taille globale réduite et un rapport de démultiplication élevé.
Ces moteurs sont livrables avec codeur optique intégré. Le couple de sortie maxi recommandé est de 150 mNm.

Industrie

AUTO ET ROBOTS

Avec 16 millions de véhicules en service dans le monde, la Régie Renault, déjà à la pointe de la recherche en matière de robotique et d'Intelligence Artificielle, se devait de ne pas faillir à son image de marque pour ce qui est du service après-vente. On a du mal à imaginer ce que peut être l'importance de son monopolistique marché des pièces de rechange. Le Magasin des Pièces de Rechange (MRP) central occupe en France une surface de plus de 240 000 m². Celui-ci est constitué de 3 magasins géographiquement répartis à Flins, Douai et Cergy-Pontoise avec, pour chacun, des objectifs principaux. Le MRP expédie chaque jour, en moyenne, 64 semi-remorques, 38 camions, 6 wagons, 36 conteneurs ferroviaires, un conteneur maritime et 4 tonnes de frêt aérien ! Le MRP de Cergy-Pontoise, dernier né de cet ensemble, a pour objectif principal le traitement prioritaire du dépannage urgent. Toute commande enregistrée avant 16 h est traitée le jour même ! Ce magasin regroupe 39 000 références moteurs et toutes les pièces mécaniques ou accessoires de grande vente. A terme, sa surface atteindra 110 000 m². Comme ce propos le laisse deviner, ces installations sont fortement automatisées et les postes essentiels sont : les convoyeurs au sol automatisés, le stockage des moteurs, le stockage des petites pièces, le triage et l'expédition des pièces urgentes. La prise des informations de l'étiquetage codé est réalisé soit par un scanner, soit par un crayon lecteur de codes à barres. Le convoyeur au sol automatisé suit un circuit de 900 mètres; il dessert toutes les zones d'activité aussi bien dans le sens «réception-stockage» que dans le sens «prélèvement expédition». La chaîne mécanique de type «glissant» avance à une vitesse moyenne de 18 m/mn, tout en tractant 150 chariots de 2 tonnes de charge. Pour permettre l'acheminement automatique des chariots d'une zone à l'autre, on trouve sur le circuit du convoyeur : 10 gares affectées chacune à une activité précise, 2 boucles qui permettent de raccourcir le circuit des chariots en attente vers la gare de destination. Ces boucles qui possèdent leur propre chaîne de traction sont en synchronisme avec le circuit principal. Chaque chariot porte une balise magnétique adressable qui permet de l'aiguiller. Des têtes de lecture noyées dans le sol commandent la manœuvre des aiguillages. Arrivé à destination, et après chargement ou déchargement du chariot, le cariste, au moyen d'un pupitre de commande, indique la nouvelle destination du chariot. Grâce à une tête de lecture également noyée dans le sol, cette instruction provoque le changement de l'adresse contenue dans la balise du chariot. Précisons enfin que le pilotage de l'ensemble de l'installation est assuré par 12 automates programmables fabriqués par la SMC, filiale de Renault.

SOF-3600 V : ENCYCLOPEDIQUE !

Sanyo présente son système d'archivage par disque vidéo laser de la secrétaire ordonnée du futur immédiat. Joliment nommé Sanyo SOF-3600 V, ce système très élaboré est capable de stocker 36 000 images sur chaque face d'un disque dont la couche sensible est constituée de Tellurium (très mince, forcément !). Son diamètre n'excède pas 30 cm et on peut y enregistrer l'équivalent d'une Encyclopédie Universelle en 10 ou 20 volumes ! Les informations contenues dans le disque sont instantanément disponibles et peuvent être lues dès que le texte a été enregistré grâce à la technique d'exploration développée par Sanyo, surnommée «Draw System» ou méthode «à tirage».
Pour accroître encore les performances de l'équipage Optique/Diode-Laser, un mécanisme à moteur linéaire a été spécialement conçu pour ne permettre aucune erreur de parité lors de l'exploitation. Le système Sanyo SOF-3600 V est composé de 4 parties distinctes :
- l'enregistreur de classement par disque optique vidéo couleur
- le terminal caméra vidéo
- l'ordinateur
- l'écran moniteur de télévision.

LA NUMERATION

L'homme est habitué, pour exprimer des nombres, à utiliser le système de numération appelé système décimal (base 10). Pourtant, on se sert dans certains domaines d'autres systèmes. L'un d'eux, celui de base 60, nous est resté depuis la civilisation sumérienne à travers des unités de mesure du temps (1 heure = 60 minutes = 60 × 60 secondes) ou d'angles en degrés. En informatique les systèmes de numération les plus fréquemment utilisés sont le binaire (base 2), l'octal (base 8) et l'hexadécimal (base 16). Le choix de ces systèmes découle de la technologie mise en œuvre pour la réalisation des circuits qui composent un ordinateur ou une calculatrice. En effet, l'information, à l'entrée ou à la sortie de ces circuits, ne peut prendre que deux valeurs, un état haut de tension et un état bas. Il était logique de faire correspondre à chacun de ces états l'une des valeurs que peut prendre l'unité dans le système binaire (0 et 1).

Décomposition d'un nombre

Les nombres tels que nous les utilisons sont, en réalité, une convention d'écriture. Tout nombre (on se limitera au cas des nombres entiers positifs) peut s'écrire de la manière suivante :

$$N = a_n b^n + a_{n-1} b^{n-1} + \ldots + a_1 b^1 + a_0 b^0$$

Cette expression est la décomposition de N en fonction des puissances entières de b. De ce polynôme, on tire la valeur de N dans la base b :

$$N = (a_n a_{n-1} \ldots a_2 a_1 a_0)_b$$

Il est important de noter la base choisie en indice après la série de chiffres représentant N. En l'absence de toute indication, on saura que N est exprimé en base 10 ou en base 2. Dans une base b, on a besoin de b symboles distincts pour écrire tous les nombres. Lorsque b est supérieur à 10, on complète la série des chiffres de 0 à 9 par les premières lettres de l'alphabet pour obtenir l'ensemble des symboles nécessaires. Par exemple, en base 16, les chiffres (ou digits) seront : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.
En base deux, deux symboles suffisent, 0 et 1. On les appelle aussi «bit», abréviation de l'anglais «binary digit».

Changement de base

Examinons maintenant les procédures de changement de base que nous illustrerons avec quelques exemples.

Passage du système décimal à un autre système.

L'écriture d'un nombre dans n'importe quelle base résulte, comme nous l'avons vu plus haut, de la décomposition de ce nombre suivant les puissances entières de la base. Nous allons décrire deux méthodes permettant de trouver les termes de cette décomposition polynômiale.

1re méthode :

On calcule toutes les puissances successives de la base jusqu'à la plus grande dont la valeur reste inférieure ou égale au nombre à exprimer dans le nouveau système. On divise alors ce nombre par cette plus grande puissance de b. Puis on divise le reste de la division précédente par la puissance de b suivante (en ordre décroissant). On renouvelle l'opération jusqu'à ce que le reste de la division soit inférieur à b. Les chiffres du nombre dans la base b sont alors déterminés : ce sont les résultats de toutes les divisions, le chiffre de plus faible poids étant le reste de la dernière. Exemple : soit N = 2678 en base 10.
Nous nous proposons de l'écrire en base 5. Les puissances de 5 sont : $5^0 = 1$, $5^1 = 5$, $5^2 = 25$, $5^3 = 125$, $5^4 = 625$. Comme $5^5 = 3125$ est plus grand que N, la première opération sera la division de 2678 par 625.

2678	625	178	125
178	4	53	1

53	25	3	5
3	2	3	0

On obtient donc : $N = (41203)_5$

2e méthode :

Cette méthode demande moins de calculs. Reprenons le polynôme de décomposition d'un nombre.

$N = (a_n\ a_{n-1} \ldots a_2\ a_1\ a_0)_b$

$N = a_n b^n + a_{n-1} b^{n-1} + \ldots + a_2 b^2 = a_1 b^1 + a_0 b^0$

on peut aussi l'écrire

$$\begin{aligned} N &= (a_n b^{n-1} + a_{n-1} b^{n-2} + \ldots \\ &\quad + a_2 b^1 + a_1 b^0) b^1 + a_0 b^0 \\ &= [(a_n b^{n-2} + a_{n-1} b^{n-3} + \ldots \\ &\quad + a_2 b^0) b^1 + a_1 b^0] b^1 + a_0 b^0 \\ &= [[\ldots[(a_n b^1 + a_{n-1} b^0) b^1 \\ &\quad + a_{n-2} b^0] b^1 + \ldots + a_2 b^0] b^1 \\ &\quad + a_1 b^0] b^1 + a_0 b^0 \end{aligned}$$

ce qui nous conduit à la deuxième façon de trouver les chiffres a_n, a_{n-1}, ..., a_1, a_0, sans calculer les puissances de b. En effet, si nous effectuons la division de N par b, le résultat sera :

$N_1 = [\ldots[(a_n b + a_{n-1}) b + a_{n-2}] b + \ldots + a_2] b + a_1$

avec pour reste a_0.

En réitérant l'opération, autant de fois qu'il est possible de le faire, nous obtenons, en prenant le résultat de la dernière division puis tous les restes des divisions en commençant par la fin, les valeurs de a_n, a_{n-1}, ..., a_0. Exemple : soit N = 49 à écrire en base 3

49	3			
19	16	3		
1	1	5	3	
		2	1	

alors $N = (1211)_3$

Passage d'une base quelconque à la base 10.

Pour effectuer le changement d'une base b_1 à une base b_2, le plus facile en général consiste à calculer la valeur de N en base 10 dans un premier temps, puis à faire un second changement de la base 10 à la base b_2. Dans certains cas cependant, il est inutile de calculer cette valeur intermédiaire, par exemple lorsque l'on doit passer de la base 2 à la base 8 ou 16 et réciproquement, car 8 et 16 sont des puissances entières de 2 ($8 = 2^3$, $16 = 2^4$). Voyons dans ces cas comment il est possible de changer rapidement de système. Si un nombre s'écrit en base 2 :

$N = (a_n\ a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0)_2$

Ce nombre est égal à :

$N = a_n 2^n + a_{n-1} 2^{n-1} + a_{n-2} 2^{n-2} + \ldots + a_2 2^2 + a_1 2^1 + a_0 2^0$

Il est possible de mettre 2^3 et ses puissances en facteur de certains termes :

$$\begin{aligned} N &= (a_0\ 2^0 + a_1\ 2^1 + a_2\ 2^2) \\ &\quad + 2^3 (a_3\ 2^0 + a_4\ 2^1 + a_5\ 2^2) \\ &\quad + 2^6 (a_6\ 2^0 + a_7\ 2^1 + a_8\ 2^2) \\ &\quad + \ldots + a_{n-1} 2^{n-1} + a_n 2^n \end{aligned}$$

or $2^3 = 8$, $2^6 = (2^3)^2$, $2^9 = (2^3)^3$,...

Nous obtenons donc une nouvelle décomposition de N dans la base 8. En pratique, nous regroupons les chiffres de N en base 2 par blocs de trois, en partant de ceux de plus faible poids. Chaque groupe ainsi formé représente un nombre binaire dont la valeur, que l'on calcule, est comprise entre 0 et 7. On procède de façon semblable, les blocs contenant quatre bits, pour passer de la base 2 à la base 16. Exemple :

$(1011010001)_2 = (1321)_8$
$= (2B1)_{16}$

on se rappelle qu'en base 16, les premières lettres de l'alphabet complètent la série des 10 chiffres, telles que A= 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14, F = 15.

Pour transcrire un nombre exprimé en base 8 ou 16, en sa valeur dans le système binaire, on calculera la valeur binaire de chacun de ses digits, quantité qui se notera sur trois ou quatre bits, suivant le système d'origine. Exemple :

$(532)_8 = (101\ 011\ 010)_2$
$(7F1)_{16} = (0111\ 1111\ 0001)_2$

Les opérations binaires

L'addition

Nous commençons par donner la table de l'addition de deux nombres à un chiffre, a et b. Ceux-ci ne peuvent prendre que 2 valeurs : 0 et 1.

a = 0, b = 0, a + b = 0
a = 0, b = 1, a + b = 1
a = 1, b = 0, a + b = 1
a = 1, b = 1, a + b = 10

dans le dernier cas, le résultat de l'opération peut aussi s'énoncer ainsi : a + b = 0, avec une retenue égale à 1.

La soustraction

La table de soustraction de deux nombres élémentaires est :

a = 0, b = 0, a - b = 0
a = 0, b = 1, a - b = 1, et l'on retient 1
a = 1, b = 0, a - b = 1
a = 1, b = 1, a - b = 0

en reprenant les nombres A et B

A = 11 01 00
B = 01 01 10
A - B = 01 11 10

On peut aussi vouloir calculer B - A.

B = 01 01 10
A = 11 01 00
B - A = 10 00 10

mais il reste une retenue égale à 1. Ici, le résultat de l'opération est négatif. Pour distinguer un nombre positif d'un nombre négatif, nous utiliserons une convention : le bit de plus haut poids d'un nombre servira à en connaître le signe. S'il est égal à 0, le nombre est positif, s'il est égal à 1, le nombre est négatif. Nous allons aussi utiliser une autre écriture des nombres : leur complément, car de cette façon, la soustraction de deux nombres se réduira à une addition.

Par définition, le complément vrai d'un nombre $\overline{N}$ à n digits exprimé dans une base b, que l'on note $\overline{N}$, (lire «N barre»), est donné par la formule $\overline{N} = b^n - N$.

Dans le système binaire, b = 2, donc $\overline{N} = 2^n - N$. Exemple :

N = 0011; N s'écrit sur quatre digits, alors $\overline{N} = 2^4 - N$
$\overline{N} = 10000 - 0011 = 1101$

Il existe deux manières de trouver $\overline{N}$ sans faire de soustraction.

1re méthode :

On complémente un à un tous les bits de N, le nombre que l'on obtient s'appelle le complément à 1 de N. Puis on ajoute 1 à ce nombre, ce qui nous donne le complément vrai (ou complément à 2 dans la base 2) $\overline{N}$. Si N = 0011, son complément à 1 est 1100 et son complément à 2 : $\overline{N} = 1100 + 1 = 1101$.

2e méthode :

On conserve tous les bits de poids faible de N jusqu'au premier «1» rencontré inclus, puis on complémente les bits suivants

$N_1 = 0011$, $\overline{N}_1 = 1101$
$N_2 = 10\ 11\ 0100$, $\overline{N}_2 = 01001100$
Revenons à la soustraction de deux nombres A et B. Si on veut calculer A-B, on calcule le complément à 2 du nombre à soustraire, ici B et on l'ajoute à A. En effet si A et B sont exprimés sur 4 bits par exemple, le complément à 2 de B est par définition égal à :
$\overline{B} = 2^4 - B = 10000 - B$
donc $A + \overline{B} = A + 10000 - B$
$= A\text{-}B + 10000$
comme le résultat sera donné lui aussi sur 4 bits, le fait d'ajouter 10000 à celui-ci ne change rien. On voit donc bien que A-B est équivalent à $A + \overline{B}$. Reprenons les valeurs de A et de B
A = 110100
B = 010110
pour calculer A-B, on détermine d'abord $\overline{B}$
$\overline{B} = 101\ 010$
alors $A + \overline{B} = 011110$
pour calculer B-A
$\overline{A} = 001100$
$B + \overline{A} = 100010$
Le résultat dans ce cas est négatif, puisque le bit de plus haut poids est égal à 1.
Si l'on veut connaître la valeur absolue de ce résultat, il suffit de chercher son complément à 2 :
$\overline{B\text{-}A} = 011110$
On retrouve bien la différence A-B

La multiplication
Sa table est
$a = 0, b = 0, a \times b = 0$
$a = 0, b = 1, a \times b = 0$
$a = 1, b = 0, a \times b = 0$
$a = 1, b = 1, a \times b = 1$
La multiplication s'effectue comme en base 10.

La division
La division est une suite de multiplications et de soustractions lorsqu'on l'effectue dans le système décimal. En base 2, le principe reste le même :

```
 110100 | 101
-101    |----
 00110  | 1010
  -101  |
   0010 |
```

Le résultat de la division de 110100 par 101 est 1010 et il reste 10.

Les codes

Jusqu'ici, nous avons vu le codage en binaire pur, mais il existe d'autres codes permettant de détecter des erreurs dans la transmission d'un mot ou d'un groupe de mots ou de coder aussi bien des nombres que des caractères alphabétiques et les caractères que l'on trouve sur le clavier d'une machine à écrire.

— **Code BCD ou DCB** (binary coded decimal ou décimal codé binaire). Comme son l'indique, ce code sert à convertir un nombre décimal en binaire, mais ici, chaque chiffre du nombre en base 10 est traduit sur quatre bits. Par exemple 1983 s'écrit 0001 1001 1000 0011 en DCB. Ce code présente un inconvénient, car lorsqu'on fait des opérations entre deux nombres codés en DCB, le résultat n'est pas toujours directement lisible dans ce code. Exemple :

```
  1001
+  110
 ----
  1111
```

Pour pallier cet inconvénient, on utilise un autre code, dérivé du DCB, appelé code «plus 3» ou «excess 3»

— **Code «plus 3» ou «excess 3»**
Dans ce code, on ajoute à la valeur binaire de chaque chiffre traduit en DCB la quantité $3 = (0011)^2$, ce qui donne, pour les chiffres de 0 à 9 :

0 = 0011	5 = 1000
1 = 0100	6 = 1001
2 = 0101	7 = 1010
3 = 0110	8 = 1011
4 = 0111	9 = 1100

Quand on effectue une addition, il faut ajouter 0011 à chaque groupe de quatre bits du résultat si on a eu des reports de retenue entre ceux-ci dans le calcul; sinon, on en retranche cette même quantité. Exemple : soit à additionner 829 + 174 dans le code «plus 3».

```
      1011 0101 1100
    + 0100 1010 0111
    ---------------
    1 0000 0000 0011
+ 0011 0011 0011 0011
---------------------
  0100 0011 0011 0110 = 1003
```

Autre exemple impliquant, au contraire, une soustraction de 0011; soit à additionner 132 + 25 :

```
  0100 0110 0101
+ 0011 0101 1000
---------------
  0111 1011 1101
- 0011 0011 0011
---------------
  0100 1000 1010 = 157
```

Code ASCII (American standard code for information interchange). Ce code sert à transmettre tous les caractères disponibles sur un type courant de clavier. Il comporte généralement 7 caractères binaires, auxquels on ajoute parfois un huitième caractère, dit de parité, qui permet de détecter les erreurs de transmission. Grâce à ces 7 bits, on peut transmettre jusqu'à $2^7 = 128$ caractères distincts.

Codes détecteurs d'erreurs.
Ce sont des codes dans lesquels un bit p du mot transmis donne la parité de ce mot. On peut ajouter au mot un bit de parité paire ou un bit de parité impaire. Lorsqu'on travaille en parité paire, p est égal à 0 si le nombre de «1» contenus dans le mot est pair, et p = 1 si ce nombre est impair. Exemples :
N = 1010 => p = 0
N = 0111 => p = 1

Code Gray ou binaire réfléchi.
Ce code est tel que deux nombres consécutifs ne diffèrent que d'un bit. Il sert surtout pour la transmission de variables analogiques (c'est-à-dire dont la valeur varie de façon continue) numérisées. Il sera aisé de détecter une erreur puisque, entre deux états consécutifs de la variable, seul un bit peut changer. Ainsi le code Gray des nombres de 1 à 15, s'écrit-il :

1 = 0001	6 = 0101	11 = 1110
2 = 0011	7 = 0100	12 = 1010
3 = 0010	8 = 1100	13 = 1011
4 = 0110	9 = 1101	14 = 1001
5 = 0111	10 = 1111	15 = 1000

Les codes que nous avons vus ici ne sont pas les seuls existants, mais ils donnent une idée de ce qu'il est possible de faire à partir du code binaire pur. ■

Michèle Rateau

INITIATION

LA PROGRAMM

LES OUTILS

Comme le précédent, cet article sera consacré aux notions de base indispensables à qui veut pouvoir programmer dans des conditions satisfaisantes. Nous allons également vous présenter les «outils» de programmation classiques ce qui — sans vous permettre encore de les utiliser — vous rendra beaucoup plus compréhensible la lecture de certains ouvrages ou même, plus simplement, de certaines fiches techniques de micro-ordinateurs. Nous allons commencer tout d'abord par un peu d'arithmétique, suite logique du premier article (voir n° 1).

L'hexadécimal

Nous avons écrit, dans notre numéro inaugural que la majorité des micro-ordinateurs ou des microprocesseurs utilisaient des mots de huit bits. Plus précisément, l'on doit dire que tous les microprocesseurs actuels travaillent sur des mots qui ont des tailles multiples de 4 bits. Ainsi le TMS 1122 (utilisé dans le programmateur universel de notre premier numéro) est-il un microprocesseur 4 bits, le MC 68705 P 3 (présenté par ailleurs dans ces pages) un 8 bits comme la majorité des «micro» actuels tels les 6800, 6809, 8080, Z 80, 6502, etc. Les «gros» microprocesseurs, quant à eux, sont des 16 bits tels le 8086 ou le 68000, voire des 32 bits.

Cette «unité» de 4 bits qui se retrouve dans tous les microprocesseurs est fondamentale. En effet, il nous faut au minimum 4 bits pour représenter en binaire les nombres de 0 à 9 (voir figure 3 de notre précédent article). Par ailleurs, ces 4 bits sont mal utilisés si l'on ne s'en sert que pour représenter les nombres de 0 à 9; en effet, avec 4 bits l'on peut aller de 0 à 15 (0 = 0000 et 15 = 1111). Ces constatations ont conduit les informaticiens à introduire une nouvelle base de numération, la base 16 qui s'utilise exactement comme la base 10 à laquelle vous êtes habitués ou la base 2 vue le mois dernier; en effet pour représenter un nombre en base 16, on va le décomposer en une somme de multiples de puissances de 16 comme on le faisait pour écrire un nombre en binaire avec les puissances de 2. Pour vous faciliter le travail, la figure 1 vous indique les puissances de 16 les plus employées en micro-informatique. Ainsi, si l'on veut convertir en base 16 le nombre décimal 4361 nous allons le décomposer de la façon suivante : $4361 = 1 \times 16^3 + 1 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 9 \times 16^0$; il s'écrira donc, en base 16, 1109. Une opération, comme on le voit, peu compliquée et si vous avez bien assimilé ce que nous avons expliqué pour la base 2 cela ne doit vous poser aucun problème.

Il nous faut quand même vous donner quelques précisions; la première, d'abord, est que le fait de travailler en base 16 s'appelle aussi travailler en hexadécimal (d'où le titre de ce paragraphe), de même que travailler en base 10 s'appelle travailler en décimal. La deuxième précision est plus importante; en effet, si nous travaillons en base 16, il va nous manquer des symboles pour représenter 10, 11, 12, 13, 14 et 15. Un exemple va vous permettre de mieux comprendre ce problème; soit à écrire en base 16 le nombre décimal 29; 29 est égal à 16 + 13 soit encore : $29 = 1 \times 16^1 + 13 \times 16^0$; il devrait donc s'écrire 113 mais cette écriture prête à confusion puisque rien ne vous empêche d'interpréter 113 comme étant $1 \times 16^2 + 1 \times 16^1 + 3 \times 16^0$ soit 275. Il faut donc choisir des symboles autres que des nombres pour représenter 10, 11, 12, 13, 14 et 15 en base 16. Ce choix s'est porté tout simplement sur des lettres et A représente 10, B:11, C:12, D:13, E:14, et F:15. Ce qui vous permet de comprendre comment apparaissent ces «mystérieuses» lettres dans les nombres hexadécimaux. Ainsi, si l'on reprend notre 29 décimal à représenter en hexadécimal, il sera noté 1D, sans ambiguïté possible. Pour bien fixer les idées, la figure 2 présente les nombres de 0 à 15 en décimal, binaire et hexadécimal.

Des kilos qui ne font pas mille

Avant de poursuivre plus avant et de justifier ce curieux titre de paragraphe, nous allons vous donner la valeur décimale de quelques nombres hexadécimaux «classiques». Un microprocesseur 8 bits peut représenter au maximum le nombre FF, c'est-à-dire 255 en décimal. Avec 16 bits on peut aller jusqu'à FFFF soit 65535 (utilisez la table de la figure 1 pour vous en persuader).

ATION

N	16^N
0	1
1	16
2	256
3	4 096
4	65 536
5	1 048 576
6	16 777 216

Figure 1 : Tableau des puissances de 16.

Décimal	Binaire	Hexadécimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Figure 2 : Les nombres de 0 à 15 en décimal, binaire et hexadécimal.

Par ailleurs, 1024 en décimal correspond à 400, 2048 à 800, 4096 à 1000, 8192 à 2000, 16384 à 4000 et 32768 à 8000. Ces valeurs ne vous sont pas données pour le plaisir mais parce qu'elles reviennent très souvent dans les notations, les tailles de mémoires, les adresses de circuits, etc. et il est bon de les avoir présentes à l'esprit.

En décimal, et pour simplifier les notations et les appellations, il est normal d'appeler «kilo» la valeur 1000; ainsi 1 kilomètre fait-il 1000 mètres. En hexadécimal, le même principe a été adopté mais comme 1000 décimal se code très mal en hexadécimal, 1 kilo hexadécimal fait 1024 qui est la puissance de 2 la plus proche de 1000. Ainsi lorsque l'on parle d'une mémoire ayant une capacité de 2 kilo octets, cela signifie qu'elle a une capacité de 2048 mots de 8 bits. De la même façon, un micro-ordinateur ayant une RAM de 64 kilo octets dispose de 65536 (64 que multiplie 1024) octets de mémoire. Pour alléger encore un peu les notations, le terme kilo octets est souvent abrégé K majuscule et l'on parle d'une mémoire de 64 K octets quand on n'omet pas purement et simplement le terme octet ce qui est très grave car l'indication donnée n'a alors plus aucune signification, une mémoire n'étant pas toujours organisée en mots de 8 bits.

Que faire avec tout cela ?

Parler de binaire, d'hexadécimal, de mots de 8 bits, c'est bien beau mais l'on peut se demander comment le microprocesseur va utiliser ces informations et comment il va les manipuler pour arriver à exécuter des ordres que vous lui aurez donnés via, par exemple, un programme. Comme nous l'avons dit dans notre précédent numéro, toutes les opérations arithmétiques et logiques sont effectuées au niveau du microprocesseur en suivant une séquence d'instructions contenues en mémoire; cette séquence représentant ce que l'on appelle un programme. Comme le microprocesseur est un circuit logique, il ne comprend bien évidemment que le binaire; en conséquence, ces instructions sont codées en binaire en mémoire et placées les unes à la suite des autres dans un ordre déterminé par la personne qui a écrit le programme pour conduire à l'exécution de la fonction désirée. Cette programmation de très bas niveau consistant à écrire des mots binaires les uns à la suite des autres en mémoire n'est évidemment pas utilisable de façon simple surtout dès que le programme à écrire dépasse quelques dizaines d'instructions; elle n'est donc jamais utilisée. Une première simplification, mais bien minime, est apportée en écrivant directement les mots à mettre en mémoire en hexadécimal. L'on n'y gagne rien au point de vue simplification de l'écriture du programme proprement dite, tout au plus gagne-t-on du temps au plan de l'écriture des mots mémoire sur papier. Ce procédé de programmation n'est pas, non plus, utilisé ailleurs que sur les très petits systèmes et pour des programmes extrêmement courts.

Pour écrire un programme de façon valable, l'on fait appel à des «outils» de programmation. Ce terme «outils» ne doit pas vous induire en erreur, les outils en question sont en effet des...programmes. Rassurez-vous nous allons éclaircir toutes ces notions dans le paragraphe suivant.

Passons donc au langage machine et à l'assembleur.

Langage machine et assembleur

Tout d'abord, et comme nous aurons encore l'occasion de le faire très souvent, voici quelques définitions de termes. Les instructions dont nous venons de parler et qui sont directement comprises par le microprocesseur constituent le jeu d'instructions du microprocesseur considéré. Elles forment ce que l'on appelle le langage machine. Ainsi, lorsqu'on dit que quelqu'un programme en langage machine cela signifie qu'il manipule directement ou indirectement ces instructions élémentaires.

Au risque de nous répéter, précisons que ces instructions machine ne peuvent faire exécuter, seules, que des fonctions élémentaires telles qu'addition, soustraction, opérations logiques, parfois multiplication et plus rarement encore division. Ces opérations sont, de plus, réalisées sur les mots que sait manipuler le microprocesseur; ainsi un micro 8 bits ne sait, au moyen d'une de ses instructions élémentaires, qu'additionner deux mots de 8 bits et encore faut-il que le total soit inférieur à 256 sinon il ne tiendra pas sur les 8 bits en question.

Pour réaliser des opérations plus complexes (le calcul d'un sinus par exemple) il va falloir créer un programme complet qui, au moyen des instructions élémentaires, se débrouillera pour arriver au résultat. C'est cet aspect des choses qui complique un peu l'emploi du langage machine et qui lui fait préférer les langages évolués, comme le BASIC par exemple; nous allons y revenir dans la suite de cet exposé.

Pour manipuler ces instructions élémentaires le plus facilement possible, plusieurs méthodes existent. Tout d'abord, les instructions (des mots de 8 bits rappelons-le) ne sont pas représentées par leur code binaire ou hexadécimal mais le sont au moyen d'un assemblage de lettres résumant la fonction de l'instruction. Malheureusement pour nous, pauvres francophones, les microprocesseurs se révèlent tous d'origine américaine et cet assemblage de lettres résume la fonction des instructions exprimée en Américain. Ainsi, la représentation selon cette méthode d'une instruction de soustraction sera SUB (pour SUBstract), le chargement d'un registre (nous verrons plus tard ce qu'est un registre) sera LD (pour LoaD), etc. Ces listes de «mots» représentant les fonctions des instructions s'appellent les mnémoniques des instructions. Malgré l'apparente banalité de la chose, cela apporte une réelle simplification dans l'écriture des programmes en langage machine; ainsi, pour un microprocesseur donné (par exemple), la suite de codes 86-40-80-10 qui ne signifie strictement rien ainsi présentée bien qu'elle exprime un programme, devient beaucoup plus parlante lorsque l'on fait appel aux mnémoniques puisque l'on voit alors apparaître : LDA 40, SUBA 10 ce qui signifie charger A avec 40, soustraire 10 de A.

La simplification introduite par les mnémoniques serait vite limitée si elle se bornait à cette fonction. En effet, vous pourriez bien écrire des programmes avec ces mnémoniques mais, au moment de les mettre en mémoire, il vous faudrait traduire les mnémoniques en hexadécimal, opération fastidieuse et sans intérêt. Pour effectuer ce travail, un outil de programmation existe; il s'appelle l'assembleur. Cet assembleur n'est pas une machine; c'est un programme qu'il faut faire «tourner» sur un micro-ordinateur quelconque. Il fonctionne de la façon suivante (très simplifiée pour l'instant car nous n'avons pas encore pu tout vous présenter); vous lui fournissez votre liste de mnémoniques et il les traduit en une suite de codes correspondants. Au passage, il vérifie si vous n'avez pas fait d'erreur d'utilisation de ceux-ci et il vous fournit un «listing» de votre programme sous une forme agréable à lire.

Ce programme assembleur, appelé plus brièvement l'assembleur, ne permet pas de travailler en langage évolué, précisons-le; il ne sert qu'à simplifier le travail d'écriture des programmes en langage machine. A ce propos nous devons dénoncer une confusion souvent introduite dans l'esprit des gens par l'utilisation impropre et raccourcie de certains termes; en effet, bien souvent l'on peut lire que quelqu'un programme en assembleur; théoriquement cela ne veut rien dire; l'assembleur n'étant pas un langage. Si vous lisez de tels propos, cela signifie «programmation en langage machine». Enfin, pour en terminer avec ces problèmes de terminologie, faire tourner l'assembleur pour traduire votre programme de mnémoniques en langage machine s'appelle l'assemblage du programme.

L'éditeur de textes

Puisque nous en sommes à la présentation du premier outil de programmation, autant parler de son complément logique et quasiment indispensable : l'éditeur de textes. En effet, l'assembleur traduit les mnémoniques que vous lui fournissez en codes hexadécimaux correspondants; il ne vous est, en revanche, d'aucun secours ni d'aucune aide pour ce qui est de l'écriture proprement dite de ces mnémoniques. Pour ce faire, un autre programme existe et s'appelle l'éditeur de texte ou, plus brièvement, l'éditeur. Un éditeur est un programme qui transforme tout micro-ordinateur en une machine à écrire électrique intelligente ou, plus exactement, en une machine à écrire disposant de possibilités de corrections illimitées. Muni de ce programme éditeur, un micro-ordinateur vous permet de frapper très facilement sur son clavier les mnémoniques du programme que vous voulez réaliser, étant entendu que vous pouvez faire toutes les fautes de frappe que vous voulez (ou plutôt que votre inexpérience dactylographique vous fera faire) sachant que vous disposerez ensuite de commandes de correction très performantes.

Un programme éditeur permet d'effacer des lignes dans un texte, d'insérer de nouvelles lignes dans un texte existant (très utile lorsque l'on a oublié des instructions dans un programme !), de changer un caractère par un autre, de rechercher

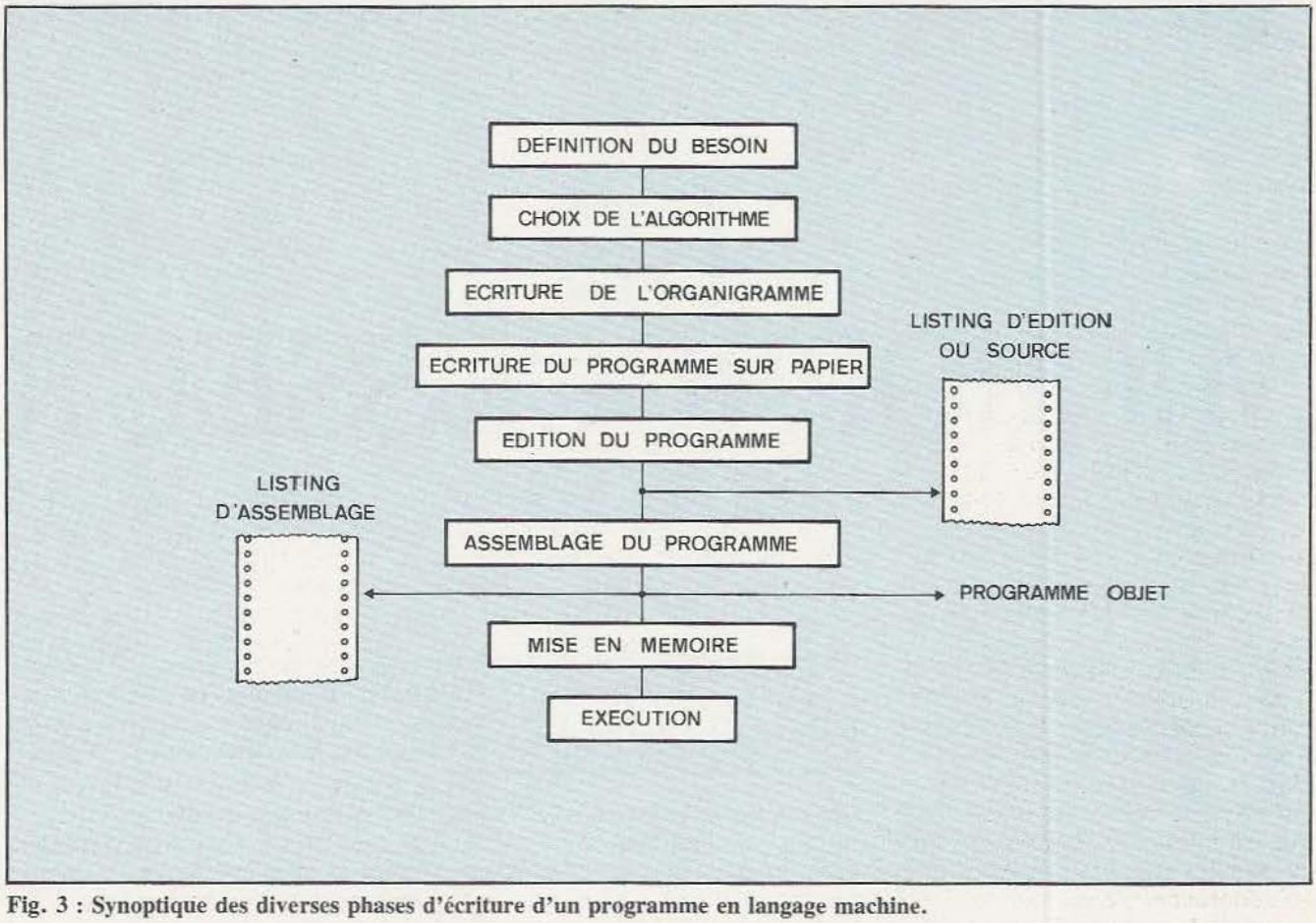


Fig. 3 : Synoptique des diverses phases d'écriture d'un programme en langage machine.

et de remplacer par une autre n'importe quelle chaîne de caractères, de déplacer des lignes dans un texte, de copier des lignes d'un endroit à l'autre d'un texte, etc.

Au moyen d'un tel programme vous pouvez donc très facilement écrire vos mnémoniques que vous enverrez ensuite à l'assembleur mais il est bien évident que vous pouvez aussi faire votre courrier ou tout autre chose (cet article, par exemple, est frappé sur ordinateur grâce à un éditeur de textes). Pour cette raison nous préférons l'appellation «éditeur de texte» à éditeur «tout court» car cela rappelle que la fonction n'est pas limitée à la programmation. Le fait de frapper un programme sous contrôle d'un éditeur de texte s'appelle l'édition de celui-ci comme la logique le laissait prévoir.

Résumé et terminologie

Afin de résumer ce que nous avons exposé aujourd'hui de ces programmes, nous avons réalisé en figure 3 un petit synoptique des diverses phases d'écriture d'un programme en langage machine faisant appel à l'éditeur et à l'assembleur. Après avoir défini les opérations que doit réaliser le programme pour parvenir au but désiré (c'est-à-dire après avoir choisi ce qui s'appelle l'algorithme) on établit un organigramme, représentation symbolique et imagée de l'enchaînement des fonctions à accomplir (nous reviendrons ultérieurement sur ces deux phases très importantes). On écrit ensuite, sur papier, la succession des mnémoniques utilisés puis on les frappe de façon propre au moyen de l'éditeur. Le programme, à ce niveau, porte le nom de programme source et le listing que l'on peut en obtenir, une fois la frappe terminée, est le listing d'édition ou listing source.

Ce programme source se voit alors soumis à l'assembleur qui le traduit en une suite de codes hexadécimaux correspondants aux mnémoniques utilisés. Le résultat fournit par l'assembleur est le programme objet ou, plus simplement, l'objet, et le listing que peut fournir l'assembleur s'appelle le listing d'assemblage. Ce programme objet peut alors être mis en mémoire d'un micro-ordinateur pour y être exécuté.

Conclusion

Nous en resterons là pour aujourd'hui, le nombre de notions nouvelles abordées étant, à notre avis, suffisant. Le mois prochain nous continuerons ces présentations générales avec les langages évolués et leurs divers modes d'utilisation sur un micro-ordinateur; nous pourrons ensuite passer à la programmation proprement dite. *(A suivre...)* ■

C. Tavernier

LE MICROPROCESSEUR 6502

Le mois dernier nous vous avons présenté l'aspect «Hardware» du 6502. Nous allons à présent entrer dans le vif du sujet avec l'étude logicielle de ce microprocesseur en entamant celle-ci par la description du jeu d'instructions du 6502 et de ses modes d'adressages qui constituent en quelque sorte son langage.

Généralités

Le 6502 comporte 56 instructions de base différentes qui, toutes, permettent d'agir sur l'un ou l'autre de ses registres ou sur la mémoire. Dans la suite de cet article, nous utiliserons exclusivement les mnémoniques standards du 6502 ce qui va vous permettre de vous familiariser avec le langage d'assemblage que nous décrirons plus loin.

Une instruction complète se compose du code opératoire qui signale au 6502 le type d'opération qu'il doit effectuer et d'un opérande qui est le registre ou la mémoire sur lequel doit s'effectuer cette opération.

Il existe des instructions sans opérande du type CLC (mise à zéro de l'indicateur de retenue), TAY (transfert de R dans Y), etc.

L'opérande peut, quant à lui, tenir sur 1 ou 2 octets. Ainsi l'instruction :

LA PROGRAMMATION

LDA # $20 (charger A avec la valeur $20)

tient sur deux octets et l'opérande sur un octet.

Dans l'instruction :

STA $E800 (ranger A en $E800)

qui tient sur trois octets, l'opérande tient sur deux octets.

Les mnémoniques sont des abréviations en langue anglaise de l'effet produit par l'instruction. Il s'agit là, bien entendu, d'un léger handicap pour ceux qui ne pratiquent pas cette langue mais le faible nombre des instructions du 6502 fait que leur assimilation est très simple.

On voit donc qu'une instruction complète en 6502 tient sur 1, 2 ou 3 octets. En revanche, il est évident que le microprocesseur va effectuer les opérations dans un temps plus ou moins long suivant la nature de celle-ci. Ce temps est fonction du nombre de cycles-machine nécessaire à l'accomplissement de la tâche impartie et de la fréquence d'horloge du système.

Ainsi l'instruction STA $E800 évoquée plus haut demande 4 cycles, ce qui prendra 4 μs avec une fréquence d'horloge de 1 MHz. Avant d'examiner en détail le rôle de chacune des instructions, il est essentiel de connaître les différents modes d'adressage du 6502 ce qui constitue d'ailleurs un des points forts de ce microprocesseur.

1) Adressage immédiat.

Il consiste à fournir directement après le code opératoire, la donnée et non une adresse. Il se signale par le signe #.

Exemple : LDY # $20 (charger la valeur $20 dans Y).

2) Mode inhérent.

Il ne s'agit pas, ici non plus, d'un mode d'adressage à proprement parler car il n'y a pas d'opérande, l'instruction agissant directement sur un des registres. Une telle instruction tient, bien entendu, sur 1 seul octet.

Exemple : CLC (mise à zéro de la retenue).

3) Mode accumulateur.

Ce type particulier d'adressage a pour opérande l'accumulateur lui-même. Une instruction de ce type tient par conséquent sur 1 octet.

Exemple : ROR A (rotation à droite de l'accumulateur).

4) Adressage absolu.

C'est le mode d'adressage le plus simple puisqu'il consiste à agir sur une adresse 16 bits; l'instruction complète tient, dans ces conditions, sur 3 octets.

Exemple : STA $E842 (ranger A en $E842) s'assemble en 8D 42 E8.

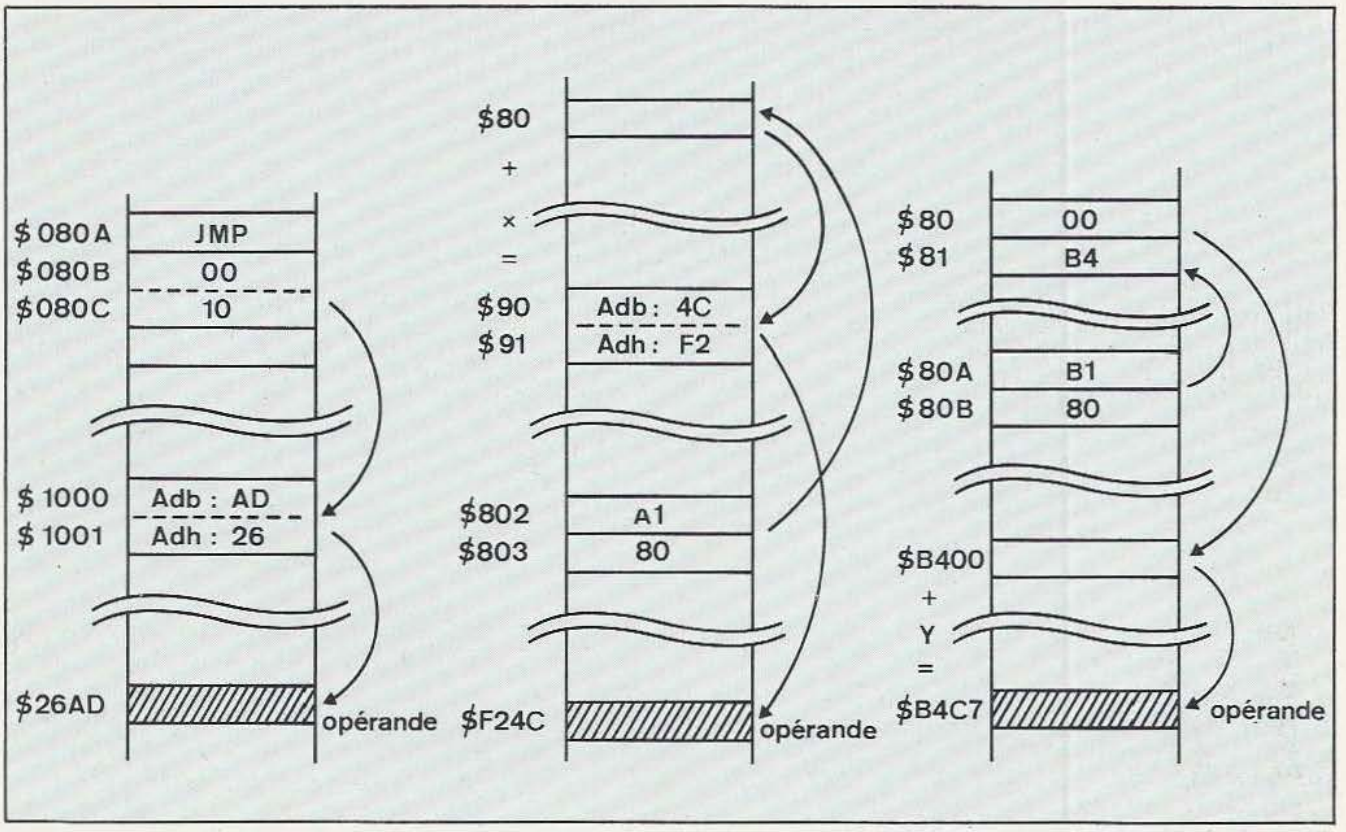


Figure 1 (gauche) : adressage indirect simple; l'adresse de l'opérande est en $ 1000 (Adb) et $ 1001 (Adh). Figure 2 (centre): adressage indirect pré-indexé par X; l'opérande est indiqué en $ 90, $91 et calculé par l'adresse de base ($80) + le contenu de X. Figure 3 (droite) : adressage indirect post-indexé par Y; l'opérande est indiqué en $80, $81 + le contenu de Y.

Vous observerez que la partie basse de l'adresse 16 bits ($42) suit le code opératoire et que la partie haute ($E8) vient ensuite. Cette particularité du 6502 lui permet de gagner 1 cycle lors de l'exécution de ce type d'opération.

5) Adressage page zéro.

La page zéro est formée des 256 premiers octets de la mémoire et une adresse de cette zone tient donc sur 1 octet. Le 6502 permet de gérer la page zéro au moyen d'instructions tenant sur 2 octets au lieu de 3 avec l'adressage absolu. Cette possibilité permet de gagner 1 cycle-machine ce qui fait que l'on a intérêt à utiliser au maximum la page zéro comme mémoire de travail.

Exemple : LDA $30 (charger A avec le contenu de $30) s'assemble en A4 30.

6) Adressage relatif.

Il s'emploie pour les branchements conditionnels, lesquels ne peuvent se faire qu'à une distance comprise entre − 128 et + 127 octets par rapport à l'adresse de l'instruction. La valeur du déplacement qui suit le code opératoire doit être augmentée de 2 car PC pointe déjà vers l'instruction suivante.

Ainsi si nous prenons l'exemple d'un branchement à $820 si le contenu de A est égal à $20, nous obtenons le programme suivant :

```
800 C9 20 CMP # $20 ; $20 dans A ?
802 F0 1C BEQ < $820 > ;
      si oui => $820
804 instruction suivante ;
      si non => suite
```

en effet, le déplacement se calcule comme suit :

$820 – $804 =$1C ou, en décimal: 2080 – 2052 = 28 = $1C.

De même, si le déplacement se fait en arrière comme dans le cas d'une boucle par exemple :

```
800 A2 00 LDX # $00 ;
      X = compteur
802 BD 00 E8 LDA $E800, X ;
      $E800 + X dans A
805 E8       INX ;
      X = X + 1
806 E0 64    CPX $64 ;
      X = 100 ?
808 D0 F8    BNE < $802 > ;
      sinon = > $802
80A 60       RTS ;
      retour programme principal.
```

Le calcul du déplacement s'effectue comme suit :

dep = $FF − ($80A − $802) = $F8

ou, en décimal :

dep = 256 − (2058 − 2050) = 248 = $F8.

7) Adressage indexé.

Ce type d'adressage permet d'utiliser X ou Y comme index, c'est-à-dire que leur valeur s'ajoutera à celle de l'adresse spécifiée dans l'opérande. Une telle instruction a déjà été rencontrée dans l'exemple ci-dessus à la ligne $802 : 802 BD 00 E8 LDA $E800,X.

Mnémo	INHERENT			ACCUMULATEUR			ABSOLU			PAGE ZERO			IMMEDIAT			ABSOLU, X			ABSOLU, Y		
	OP	n	#	OP	n	#	OP	n	#	OP	n	#	OP	n	#	OP	n	#	OP	n	#
ADC							6D	4	3	65	3	2	69	2	2	7D	4	3	79	4	3
AND							2D	4	3	25	3	2	29	2	2	3D	4	3	39	4	3
ASL				0A	2	1	0E	6	3	06	5	2				1E	7	3			
BCC																					
BCS																					
BEQ																					
BIT							2C	4	3	24	3	2									
BMI																					
BNE																					
BPL																					
BAK	00	7	1																		
BVC																					
BVS																					
CLC	18	2	1																		
CLD	D8	2	1																		
CLI	58	2	1																		
CLV	B8	2	1																		
CMP							CD	4	3	C5	3	2	C9	2	2	DD	4	3	D9	4	3
CPX							EC	4	3	E4	3	2	E0	2	2						
CPY							CC	4	3	C4	3	2	C0	2	2						
DEC							CE	6	3	C6	5	2				DE	7	3			
DEX	CA	2	1																		
DEY	88	2	1																		
EOR							4D	4	3	45	3	2	49	2	2	5D	4	3	59	4	3
INC							EE	6	3	E6	5	2				FE	7	3			
INX	E8	2	1																		
INY	C8	2	1																		
JMP							4C	3	3												
JSR							20	6	3												
LDA							AD	4	3	A5	3	2	A9	2	2	BD	4	3	B9	4	3
LDX							AE	4	3	A6	3	2	A2	2	2				BE	4	3
LDY							AC	4	3	A4	3	2	A0	2	2	BC	4	3			
LSR				4A	2	1	4E	6	3	46	5	2				5E	7	3			
NOP	EA	2	1																		
ORA							OD	4	3	05	3	2	09	2	2	1D	4	3	19	4	3
PHA	48	3	1																		
PHP	08	3	1																		
PLA	68	4	1																		
PLP	28	4	1																		
ROL				2A	2	1	2E	6	3	26	5	2				3E	7	3			
ROR				6A	2	1	6E	6	3	66	5	2				7E	7	3			
RTI	40	6	1																		
RTS	60	6	1																		
SBC							ED	4	3	E5	3	2	E9	2	2	FD	4	3	F9	4	3
SEC	38	2	1																		
SED	F8	2	1																		
SEI	78	2	1																		
STA							8D	4	3	85	2	2				9D	5	3	99	5	3
STX							8E	4	3	96	2	2									
STY							8C	4	3	84	2	2									
TAX	AA	2	1																		
TAY	A8	2	1																		
TSX	BA	2	1																		
TXA	8A	2	1																		
TXS	9A	2	1																		
TYA	9B	2	1																		

OP : Code Opératoire **n : nombre de cycles-machine** **# : nombre d'octets.**

(INDIRECT, X)			(INDIRECT, Y)			PAGE ZERO, X			RELATIF			INDIRECT			PAGE ZERO, Y			REGISTRE D'ETAT						
OP	n	#	OP	n	#	OP	n	#	OP	n	#	OP	n	#	OP	n	#	N	V	B	D	I	Z	C
61	6	2	71	5	2	75	4	2										●	●				●	●
21	6	2	31	5	2	35	4	2										●					●	
						16	6	2										●					●	●
									90	2	2													
									80	2	2													
									F0	2	2							M7	M6				●	
									30	2	2													
									D0	2	2													
									10	2	2									●				
									50	2	2													
									70	2	2													
																					○			○
																			○			○		
C1	6	2	D1	5	2	D5	4	2										●					●	●
																		●					●	●
																		●					●	●
						D6	6	2										●					●	
																		●					●	
41	6	2	51	5	2	55	4	2										●					●	
						F6	6	2										●					●	
																		●					●	
												6C	5	3										
A1	6	2	B1	5	2	B5	4	2										●					●	
															B6	4	2	●					●	
						B4	4	2										●					●	
						56	6	2										○				●	●	
01	6	2	11	5	2	15	4	2										●					●	
																		●						
																		●	●	●	●	●	●	●
						36	6	2										●					●	●
						76	6	2										●				●	●	
																		●	●	●	●	●	●	●
E1	6	2	F1	5	2	F5	4	2										●	●				●	●
																								1
																					1	1		
81	6	2	91	6	2	95	4	2																
															96	4	2							
						94	4	2										●					●	
																		●					●	
																		●					●	
																		●					●	

Dans ce cas précis, A sera chargé avec le contenu de l'adresse $E800 + X. Ainsi si X contient $50, A sera chargé avec le contenu de $E850. Le registre Y peut être employé de la même manière que X.

8) Adressage indirect.

Le 6502 possède trois types d'adressages indirects : simple, pré-indexé par X et post-indexé par Y. Ces types d'adressages sont assez complexes mais confèrent au 6502 une nette supériorité en ce domaine par rapport aux autres microprocesseurs.

— Adressage indirect simple :

Ce type d'adressage ne s'applique qu'à l'instruction JMP (saut inconditionnel). Alors que dans le JMP habituel l'opérande est spécifié directement derrière le code opératoire, JMP (ADR) va aller chercher en ADR et ADR + 1 l'adresse finale de destination. On comprend aisément que cette technique va permettre de calculer l'opérande, l'indirection pouvant être logée en RAM. Ainsi, le programme suivant fait effectuer un saut en $26AD :

```
800 A9 AD      LDA # $AD;
    Adb en
802 8D 00 10   STA $1000;
    $1000
805 A9 26      LDA # $26;
    Adh en
807 8D 01 10   STA $1001;
    $1001
800 CA 00 10   JMP ($1000);
saut en $26AD
```

Il est à noter que l'instruction tient sur 3 octets dans tous les cas même si l'indirection est en page zéro.

La figure 1 vous montre clairement le fonctionnement de ce programme.

— Adressage indirect pré-indexé par X :

Ce type d'adressage utilise le registre X comme index permettant de trouver l'indirection à partir d'une adresse située en page zéro. L'opérande est alors indiqué à l'adresse de l'indirection (Adb) et dans l'octet suivant (Adh).

Si nous prenons $80 comme adresse de base d'indirection et $90, $91 comme pointeur vers l'opérande ($F24C, par exemple), le programme suivant :

```
800 A2 10      LDX # $10;
    $80 + $10 = $90
802 A1 80      LDA ($80,X);
    range $F24C dans A
```

range le contenu de l'adresse $F24C dans l'accumulateur.

La figure 2 explique mieux qu'un long discours le fonctionnement de ce programme.

— Adressage indirect post-indexé par Y :

Il ressemble fort au précédent à cette différence près que l'indexation a lieu après l'indirection. L'opérande est, en ce cas, défini par le contenu de l'adresse de l'indirection (Adb) et de l'octet suivant (Adh) + le contenu de Y.

Si nous voulions, par exemple, ranger le contenu de l'adresse $B4C7 dans l'accumulateur en utilisant le vecteur $80, $81 comme indirection, nous pourrions faire appel au programme suivant :

```
0800 A9 00     LDA # $00;
     prépare l'adresse
0802 85 80     STA $80;
     Adb en $80
0804 A9 B4     LDA # $B4;
     et Adh en
0806 85 81     STA $81;
     $81
0808 A0 C7     LDY # $C7;
     $B400 + $C7 = $B4C7
080A B1 80     LDA ($80), Y;
     range contenu de $B4C7 en A
```

Les trois derniers types d'adressage que nous venons d'étudier closent cette partie de l'étude du 6502 et nous allons à présent en décrire tous les codes opératoires.

Nous vous indiquerons pour chacun d'entre-eux :

— Le Mnémonique.

— Sa signification en Anglais.

— La traduction approchée de celle-ci.

— Un descriptif sommaire de l'opération.

Dans un tableau récapitulatif, vous trouverez le code opératoire, le format et le positionnement des indicateurs.

Le jeu d'instructions du 6502

ADC : ADd With Carry
Addition avec retenue en mode binaire ou décimal de A avec la mémoire.

AND : AND
Effectue le ET logique entre A et la mémoire.

ASL : Arithmetic Shift Left
Décalage d'un bit vers la gauche de l'accumulateur ou d'une mémoire. Le bit sortant va dans C et un zéro dans le bit 0.

BCC : Branch on Carry Clear
Le branchement à l'adresse indiquée a lieu si C est à zéro.

BCS : Branch on Carry Set
Branchement si retenue à 1 :
le branchement à l'adresse indiquée a lieu si C est à l'état 1.

BEQ : Branch on EQual
Le branchement à l'adresse indiquée a lieu si Z est à l'état 1 ce qui signifie que la dernière comparaison donne une égalité.

BIT : BIt Test
Effectue le ET entre A et la mémoire. Le contenu de A n'est pas modifié mais Z est positionné suivant le résultat du test. On recopie de plus les bits 6 et 7 de la mémoire en N et V.

BMI : Branch on MInus
On branche à l'adresse indiquée si le bit N=1 ce qui implique un résultat négatif de la dernière comparaison.

BNE : Branch if Not Equal
On branche à l'adresse indiquée si le bit Z=0 ce qui implique un résultat non nul de la dernière comparaison.

BPL : Branch if PLus
On branche à l'adresse indiquée si le bit N=0 ce qui implique un résultat positif ou nul lors de la dernière comparaison.

BRK : BReaK
Interruption par logiciel :
met le bit B à l'état 1 puis empile PC et P et enfin saut au vecteur situé en $FFFE, $FFFF.

BVC : Branch on oVerflow Clear
Branchement si pas de débordement :
on branche à l'adresse indiquée si le bit V=0.

BVS : Branch on oVerflow Set
Branchement si débordement :
on branche à l'adresse indiquée si le bit V=1.

CLC : CLear Carry
Mise à zéro de la retenue :
on positionne le bit C à zéro. A effectuer avant toute addition sans retenue.

CLD : CLear Decimal mode
Mise à zéro de l'indicateur décimal : on positionne le bit D à zéro. A effectuer pour mettre le processeur en mode binaire.
CLI : CLear Interrupt inhibit flag
Autorisation des interruptions : on positionne le bit I à zéro. A effectuer pour permettre les interruptions IRQ qui auraient été inhibées par un SEI.
CLV : CLear oVerflow flag
Mise à zéro de l'indicateur V : on positionne l'indicateur de débordement à zéro.
CMP : CoMPare accumulator
Comparaison avec l'accumulateur : on effectue la comparaison entre A et la mémoire sans modifier le contenu de A. Les bits N, C et Z sont positionnés suivant le résultat pour permettre les tests ultérieurs.
CPX : ComPare X register
Comparaison avec X : même fonctionnement que CMP mais entre X et la mémoire.
CPY : ComPare Y register
Même fonctionnement que CMP mais entre Y et la mémoire.
DEC : DECrement memory
On décrémente de 1 le contenu de la mémoire.
DEX : DEcrement X register
On décrémente de 1 le contenu de X.
DEY : DEcrement Y register
On décrémente de 1 le contenu de Y.
EOR : Exclusive OR
Permet d'effectuer le OU exclusif entre A et la mémoire. A utiliser pour complémenter des bits.
INC : INCrement memory
On incrémente de 1 le contenu de la mémoire.
INX : INcrement X register
On incrémente de 1 le contenu de X.
INY : INcrement Y register
On incrémente de 1 le contenu de Y.
JMP : JuMP
Permet le saut inconditionnel à l'adresse indiquée.
JSR : Jump to SubRoutine
Saut vers sous-programme : permet l'appel d'un sous-programme lequel doit se terminer par RTS. L'adresse de retour est empilée avant le saut à l'adresse indiquée.
LDA : LoaD Accumulator
Chargement de l'accumulateur : On range le contenu de la mémoire indiquée dans A.
LDX : LoaD X register
On range le contenu de la mémoire indiquée dans X.
LDY : LoaD Y register
On range le contenu de la mémoire indiquée dans Y.
LSR : Logical Shift Right
Décalage d'un bit vers la droite de l'accumulateur ou d'une mémoire. Le bit sortant va dans C et un zéro entre à gauche dans le bit 7.
NOP : No OPeration
Cette instruction n'a aucun effet et est utilisée pour allonger un délai ou en vue de corrections de programmes.
ORA : OR Accumulator
Permet d'effectuer le OU logique entre A et la mémoire. A utiliser pour forcer des bits à 1.
PHA : PusH Accumulator
Empiler A : le contenu de A est placé au sommet de la pile
PHP : PusH Processor status register
Le contenu de P est placé au sommet de la pile.
PLA : PuLl Accumulator
Le sommet de la pile est transféré dans A.
PLP : PuLl P register
Le sommet de la pile est transféré dans P.
ROL : ROtate Left
Rotation à gauche : décale d'un bit vers la gauche le contenu de A ou de la mémoire. Le bit sortant va dans la retenue et celle-ci dans le bit 8.
ROR : ROtate Right
Rotation à droite : même type d'instruction que ROL mais vers la droite.
RTI : ReTurn from Interrupt
Retour d'interruption : on récupère dans la pile PC et P et l'exécution reprend où elle en était avant l'interruption.
RTS : ReTurn from Subroutine
Retour de sous-programme : on récupère dans la pile PC et P et on saute à l'adresse suivant le JSR d'appel.
SBC : SuBtract with Carry
Soustraction avec retenue : permet de soustraire de A le contenu de la mémoire. On peut opérer en mode binaire ou décimal.
SEC : SEt Carry
Mise à 1 de la retenue : le bit C est mis à 1. A utiliser avant d'effectuer une soustraction sans retenue.
SED : SEt Decimal mode
Mise à 1 de l'indicateur décimal : le bit D est mis à 1. A utiliser pour effectuer des opérations en mode décimal.
SEI : SEt Interrupt inhibit flag
Inhibition des interruptions : le bit I est mis à 1 ce qui permet l'inhibition des interruptions.
STR : STore Accumulator
Rangement de l'accumulateur : le contenu de A est rangé à l'adresse indiquée.
STX : STore X register
Le contenu de X est rangé à l'adresse indiquée.
STY : STore Y register
Le contenu de Y est rangé à l'adresse indiquée.
TAX : Transfer A to X
Le contenu de A est transféré dans X.
TAY : Transfer A to Y
Le contenu de A est transféré dans Y.
TSX : Transfer S to X
Le contenu du pointeur de pile S est transféré dans X.
TXA : Transfer X to A
Le contenu de X est transféré dans A.
TXS : Transfer X to S
Le contenu de X est transféré dans le pointeur de pile S.
TYA : Transfer Y to A
Le contenu de Y est transféré dans A.

Nous en avons terminé avec la liste des codes opératoires du 6502 et le tableau qui clôt ce chapitre doit vous aider à mieux en comprendre les possibilités. Ce chapitre ayant été un peu plus long que nous ne le pensions, nous vous donnons rendez-vous au mois prochain pour l'étude de l'assembleur et de quelques programmes. ■

Philippe Wallaert

INITIATION

LES MICROPROCESSEURS MONOCHIP

Si les microprocesseurs «classiques» sont connus de tous les amateurs, ne serait-ce qu'en raison de leur présence dans tous les micro-ordinateurs du marché; il n'en existe pas moins une famille de microprocesseurs très intéressante quoique méconnue, celle des microprocesseurs «monochip» ou «single chip» appelés encore microcontrôleurs. Ces circuits ont peu d'intérêt dans un micro-ordinateur, ce qui explique qu'ils brillent par leur absence à ce niveau; par contre, mais pour des applications domestiques ou robotiques, ils restent irremplaçables tant sur le plan de la compacité du montage qu'ils permettent de réaliser que sur celui du prix de revient.

Nous allons, dans les lignes qui suivent, vous proposer une présentation d'une famille de microcontrôleurs. Présentation qui ne restera pas théorique puisque, par ailleurs dans ces pages, nous vous proposons la réalisation d'un programmateur pour ces microcontrôleurs et que, dans les mois à venir, nous vous soumettrons plusieurs réalisations à usage domestique faisant appel à ces circuits et utilisant cet article comme élément de départ.

APPLICATIONS DOMESTIQUES

Généralités

Si l'on se reporte à la figure 1 qui présente le synoptique grossier de tout micro-ordinateur, on constate qu'il nous faut disposer d'une unité centrale, bien sûr, de mémoire vive ou RAM, de mémoire morte ou ROM, et de circuits d'interface. Pour des applications domestiques ou robotiques telles que le pilotage d'automatismes par exemple, ces circuits d'interface doivent être de type parallèle et il est très utile, également, de disposer d'un ou plusieurs timers programmables.

Si l'on réalise une telle structure avec des composants conventionnels, ce qui reste faisable et justifié dans certains cas, il faut au minimum 5 boîtiers LSI (LSI = Large Scale Integration ou intégration à grande échelle) : 1 pour le micro, 1 pour la RAM, 1 pour la ROM, 1 pour les interfaces parallèles et 1 pour le timer. Compte tenu des possibilités actuelles des composants

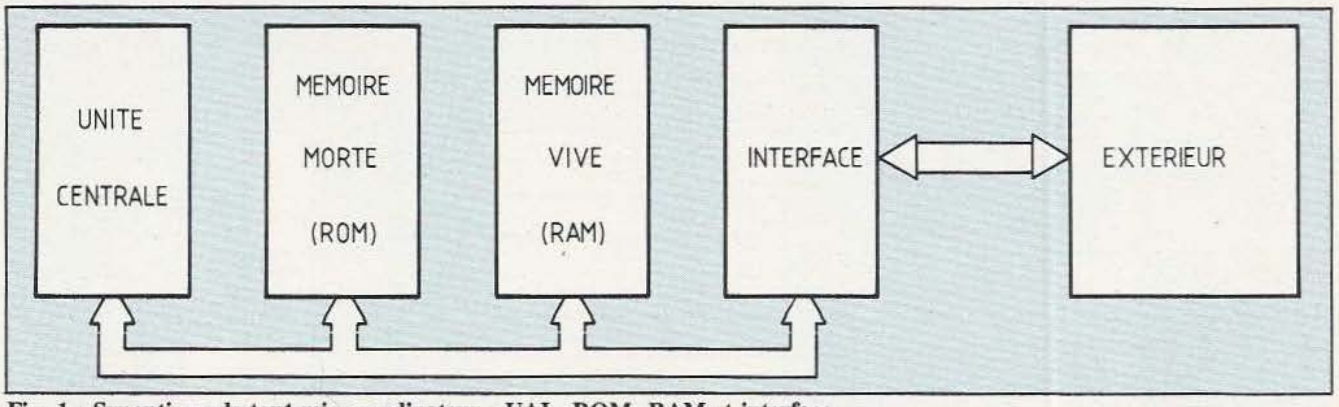


Fig. 1 : Synoptique de tout micro-ordinateur : UAL, ROM, RAM et interface.

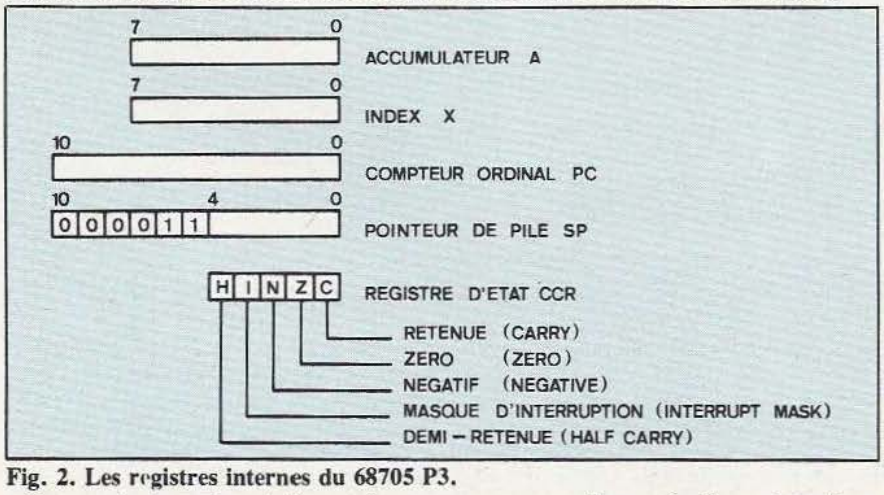


Fig. 2. Les registres internes du 68705 P3.

propres à la micro-informatique, ces boîtiers ont souvent des possibilités surabondantes pour ce que l'on veut réaliser et ils sont, de ce fait, sous-utilisés.

Pour remédier à cet état de fait et pour promouvoir l'expansion de la micro-informatique dans de nombreux domaines tels l'électro-ménager, l'automobile et bien d'autres, les grands fabricants de microprocesseurs ont introduit sur le marché depuis quelque temps des boîtiers dits microprocesseurs «single chip» (mot à mot "une seule puce") ou «monochip» (idem) qu'il est plus logique d'appeler en français microcontrôleurs.

Ces circuits — leur structure diffère un peu selon le fabricant — regroupent dans un seul boîtier tous les éléments du synoptique de la figure 1 pour les plus simples d'entre eux. Les plus performants pouvant également disposer, toujours en un seul boîtier et en plus de ce que l'on trouve en figure 1, d'une interface série asynchrone, de convertisseurs analogiques/numériques, de boucles à verrouillage de phase, etc. Pour ne pas rester dans le vague et pour ne pas vous livrer des généralités tout au long de cet article, nous avons décidé de vous présenter de façon précise une famille particulière de microcontrôleurs, famille que nous utiliserons ensuite dans les réalisations que nous évoquions en introduction. La famille choisie est, de plus, celle qui comporte à l'heure actuelle le plus de membres; il s'agit de la famille 6805 de Motorola et Thomson-Efcis.

Le «défaut» des microcontrôleurs

Toute médaille a son revers et, après avoir brossé un tableau de présentation idyllique des microcontrôleurs, il est logique de trouver au moins un défaut. Rassurez-vous tout de suite car ce défaut n'en est pas un puisque nous disposons de la faculté de nous en affranchir; encore faut-il le présenter pour être mieux à même de comprendre la suite de l'exposé.

Comme nous venons de le dire, les microcontrôleurs sont principalement destinés à l'automobile, à l'électro-ménager, etc... En d'autres termes, ces circuits se destinent à des marchés où interviennent des très grandes séries de produits. La mémoire morte contenue dans les microcontrôleurs est donc, dans la majorité des cas, une mémoire programmable par masque, c'est-à-dire programmée lors de la fabrication du circuit intégré lui-même. Il va de soi que ce procédé n'est applicable que pour des productions en très grande série; l'on voit mal, en effet, Motorola concevoir un masque de programmation et faire tourner ses chaînes de production pour sortir quelques dizaines de circuits. Comme c'est dans cette mémoire morte que se trouve le programme qu'exécutera le microcontrôleur, il semble évident que, dans le cas que nous venons d'évoquer, des circuits de ce type ne peuvent intéresser les amateurs que nous sommes. Quelques exceptions à cette règle existaient, tel le TMS 1122 de Texas utilisé dans le programmateur universel de notre précédent numéro, mais ce genre de circuit, pour intéressant qu'il soit, n'en limite pas moins les possibilités du microcontrôleur à ce pour quoi il est programmé et ne vous laisse aucune initiative.

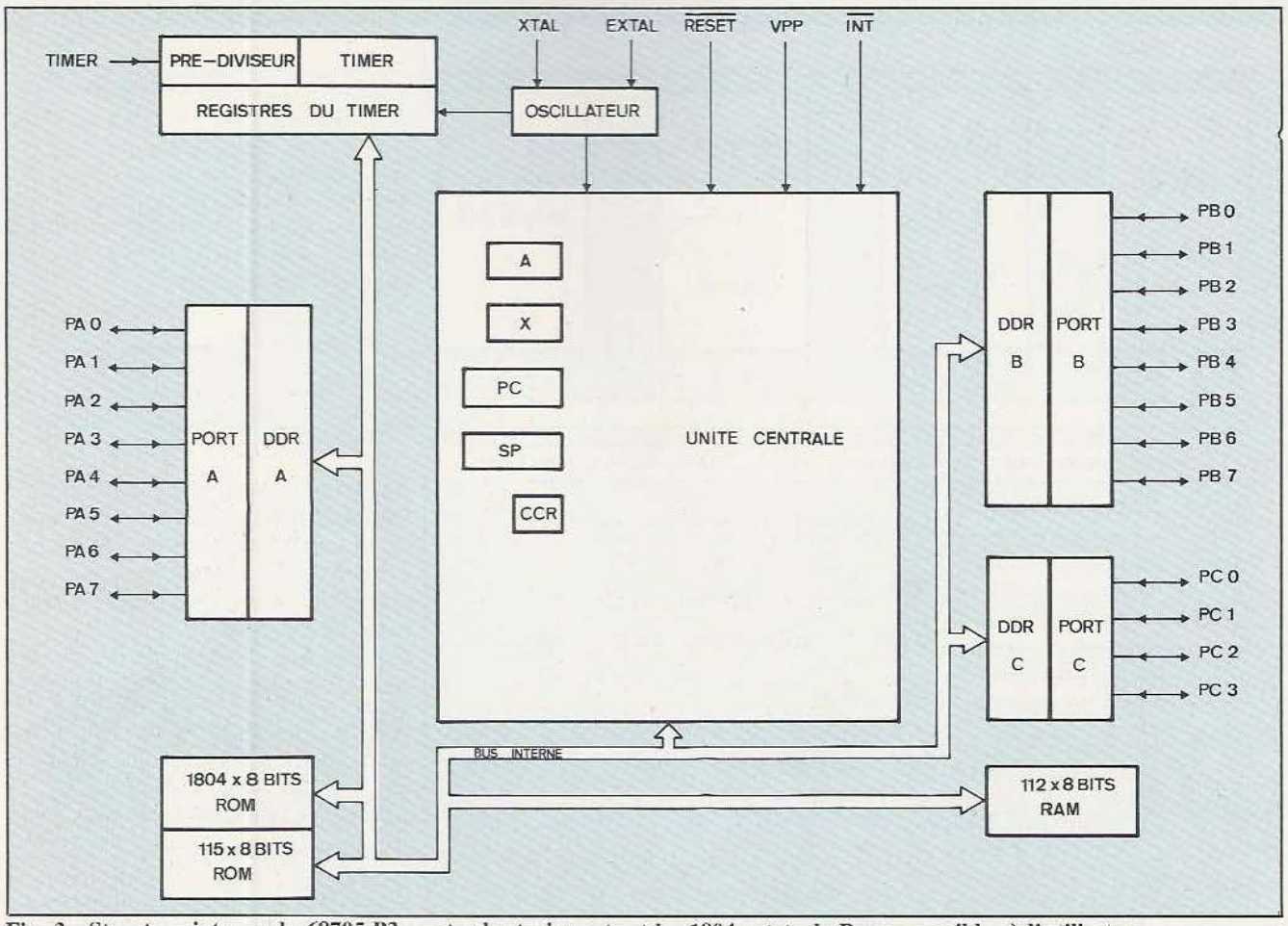


Fig. 3 . Structure interne du 68705 P3 : notez les trois ports et les 1804 octets de Rom accessibles à l'utilisateur.

Fort heureusement, les laboratoires chargés de concevoir des réalisations avec de tels microcontrôleurs ont exprimé un besoin qui coïncide exactement avec celui des amateurs. En effet, en labo, la ROM programmable par masque pose de gros problèmes puisque tant que le programme qu'elle doit contenir n'est pas au point, il reste très coûteux de faire programmer des circuits au fabricant car ces circuits ne débouchent ensuite sur aucune commercialisation de série. Pour remédier à ce «défaut» des microcontrôleurs et parce que l'évolution de nos possibilités d'intégration l'a permis, des microcontrôleurs avec une ROM programmable par l'utilisateur ont été mis récemment sur le marché. Qui plus est, cette ROM est effaçable aux rayons ultra-violets comme les banales UVPROM type 2716 ou 2732. Enfin, et comme un bonheur n'arrive jamais seul, la programmation de ces ROM ne demande pas de matériel coûteux comme vous pouvez le constater en feuilletant ce journal pour arriver aux pages consacrées à la réalisation d'un tel programmateur.

La famille 6805

La famille 6805 fabriquée par Motorola ou, en seconde source, par Thomson-Efcis, est issue des concepts du célèbre quoiqu'ancien 6800 et de ses périphériques classiques. Cela signifie, en d'autres termes, que toute personne familiarisée avec le 6800 ou le 6809 (voir le 6502 puisqu'il demeure très proche des 6800/6809) pourra sans difficulté travailler avec les 6805. Cette famille comporte déjà de très nombreux boîtiers et, de plus, elle grandit sans cesse, au fur et à mesure des besoins et des possibilités d'intégration. Elle se divise en trois groupes principaux :

— Le groupe des 6805 qui est celui des «vrais» microcontrôleurs, c'est-à-dire celui des circuits à ROM programmable par masque. C'est le groupe le plus étoffé puisque premier à avoir vu le jour.

— Le groupe des 68705 qui va nous intéresser particulièrement puisque c'est celui des 6805 disposant d'une ROM programmable électriquement et effaçable aux rayons U.V.

— Le groupe des 146805 qui est celui des 6805 mais avec une ROM éventuellemnt externe (dans ce cas nous serons intéressés) et, surtout, en technologie CMOS. En effet les 6805 et 68705 sont réalisés, comme la majorité des microprocesseurs actuels, en technologie NMOS ou HMOS et consomment de ce fait un courant non négligeable. Le groupe 146805 en technologie CMOS ne consomme que quelques μW ! Jusqu'à ces derniers temps, le groupe 146805 ne comportait pas de version avec ROM programmable et effaçable aux ultra-violets (c'était technologiquement très complexe à

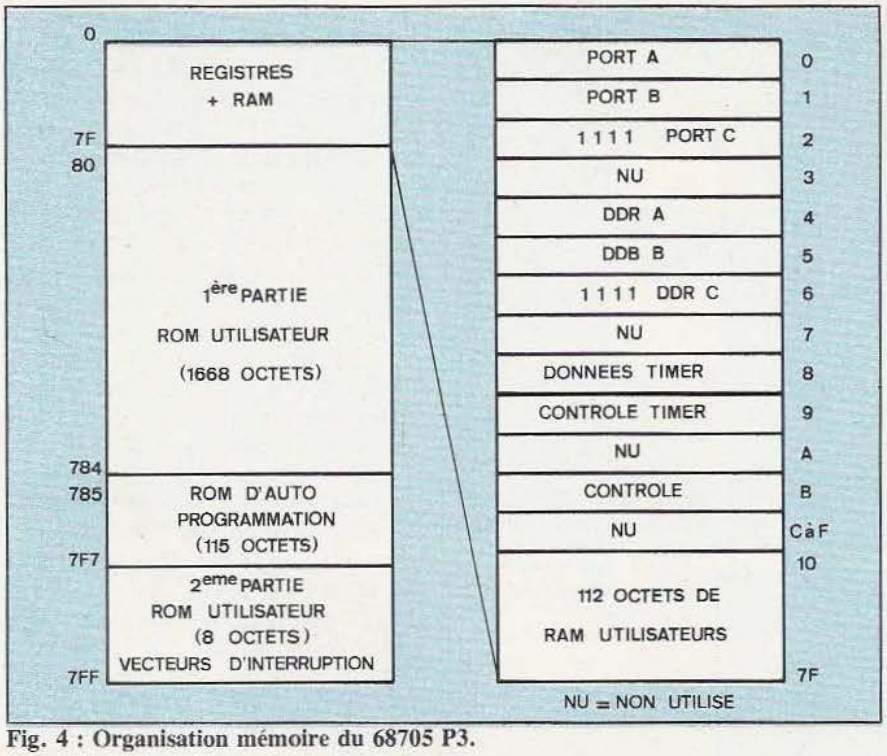


Fig. 4 : Organisation mémoire du 68705 P3.

réaliser) mais c'est maintenant chose faite avec le MC 1468705 G 2 qui vient de sortir. Le prix de ce produit «hautes performances» reste évidemment très élevé mais, comme il se doit en ce domaine, il baissera très vite et nous ne manquerons pas de vous proposer des réalisations y faisant appel dès qu'il se situera à un prix compatible avec une bourse d'amateur.

Nous allons donc nous intéresser plus particulièrement au groupe des 68705 et, plus précisément, au plus petit circuit de ce groupe le MC 68705 P 3. Ce circuit se trouve à un prix très attractif pour une réalisation d'amateur; d'autre part ses possibilités restent tout de même largement suffisantes pour de très nombreuses applications comme nous aurons l'occasion de le démontrer. Par ailleurs, les autres circuits du groupe des 68705 sont encore trop récents pour que leurs prix aient atteint leurs valeurs définitives et un peu de patience nous fera faire des économies. Examinons donc le 68705 P 3.

Le MC 68705 P 3

Avant de poursuivre cette présentation, précisons que la lecture des lignes qui suivent n'est nullement indispensable pour pouvoir aborder les réalisations que nous vous proposerons; elle est cependant recommandée à ceux d'entre vous qui aiment bien savoir ce qu'ils font. Précisons aussi que certaines des notions exposées ci-après vous seront peut-être inconnues; ce n'est pas grave car nous vous les présenterons peu à peu, tant dans nos articles d'initiation que lors des réalisations utilisant ce circuit. Nous allons tout d'abord vous présenter pêle-mêle son «contenu», pour revenir ensuite plus en détail sur certaines fonctions.

Le 68705, microprocesseur 8 bits, possède l'unité centrale d'un 6800 simplifiée au niveau des registres disponibles et des instructions. Les mnémoniques utilisés sont identiques à ceux des 6800, 6809 et 6502, de même que la majorité des modes d'adressage.

Au point de vue matériel, il dispose de :

— 112 octets de mémoire vive (RAM) accessible à l'utilisateur,

— 1804 octets de mémoire morte (ROM) programmable électriquement et effaçable aux ultra-violets.

— Un timer programmable 8 bits précédé d'un pré-diviseur programmable 7 bits.

— 20 lignes d'entrées/sorties parallèles compatibles CMOS et TTL; de plus, 8 d'entre elles peuvent commander directement des diodes électro-luminescentes ou des afficheurs à diodes de ce type.

— Une horloge intégrée fonctionnant avec un quartz, une résistance ou rien du tout.

— Un trigger de Schmitt sur l'entrée de remise à zéro permettant une remise à zéro automatique à la mise sous tension avec un seul condensateur externe.

— Une détection automatique de passage par zéro sur une entrée d'interruption permettant une synchronisation avec le secteur alternatif par exemple.

— 3 sources d'interruptions différentes vectorisées.

— Son propre programme de programmation (voir l'article décrivant la réalisation du programmateur).

Le tout est logé dans un boîtier 28 pattes, s'alimente sous 5 volts et est recouvert d'une fenêtre en quartz laissant voir la puce pour permettre l'effacement de la mémoire. Cette puce est d'ailleurs plus belle que celle d'une vulgaire mémoire puisque l'on y voit tout le microprocesseur !

Au point de vue logiciel, les habitués des «gros» microprocesseurs seront déçus lorsqu'ils auront vu le modèle du programmeur présenté figure 2. Et pourtant, ces quelques registres aux apparences très limitées suffisent pour les applications typiques à ce circuit.

On dispose en effet, comme le montre la figure 2 :

— D'un accumulateur A sur 8 bits; c'est dans ce registre que seront effectuées toutes les opérations arithmétiques et logiques.

— D'un index X sur 8 bits également (faire plus se révèle inutile vu les tailles mémoire dont dispose le 68705); ce registre sert à l'adressage indexé, bien sûr, mais des possibilités de transfert entre A et X lui confèrent d'autres utilisations.

— D'un compteur ordinal ou PC (Program Counter) sur 11 bits au rôle identique à celui du PC de tout microprocesseur. Ici encore, la

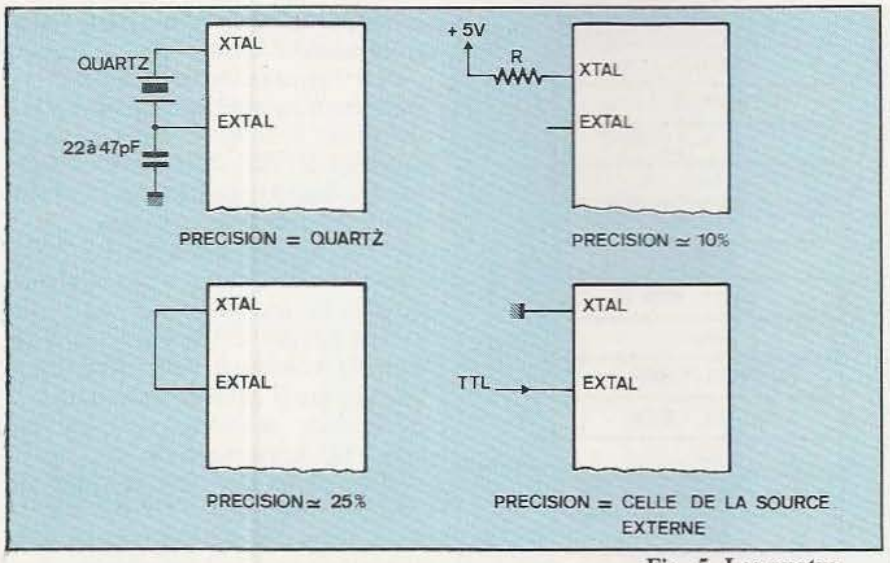


Fig. 5. Les quatre modes de génération d'horloge.

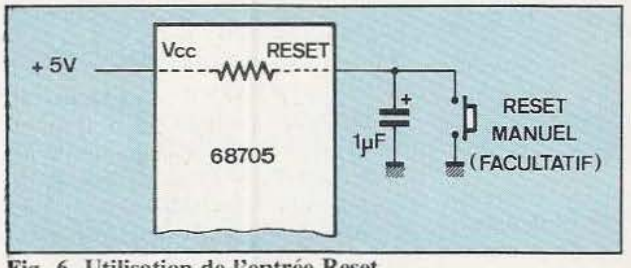


Fig. 6. Utilisation de l'entrée Reset.

taille limitée à 11 bits est logique vu la taille mémoire du 68705.

— D'un registre pointeur de pile SP sur 11 bits mais dont les 6 bits de poids fort sont en permanence à 000011; il ne reste donc plus que 5 bits utiles ce qui, ici encore, s'avère logique puisque le pointeur de pile doit pointer sur de la RAM et que celle-ci ne fait que 112 octets.

— D'un registre d'état appelé CCR (Condition Code Register) dont chaque bit a une signification particulière comme nous aurons l'occasion de le voir. Comparé au 6809, par exemple, c'est bien peu mais nous suffit d'autant que ces registres sont servis par des instructions assez puissantes, surtout au niveau de la manipulation et du test de bits ce qui se révèle très utile pour des entrées/sorties d'informations.

Organisation interne

L'organisation interne de ce circuit vous est présentée figure 3 et nous allons la commenter quelque peu. Au centre de la figure se trouve, évidemment, l'unité centrale (La Palisse n'aurait pas dit mieux) dans laquelle on retrouve les registres présentés ci-avant. Les 20 lignes d'entrées/sorties, quant à elles, sont groupées en 3 blocs que l'on appelle des «ports» d'entrées/sorties dans la littérature spécialisée. On trouve deux ports 8 bits (le port A et le port B) et un port 4 bits (le port C). Chaque port, comme nous aurons l'occasion de le voir, dispose de deux registres qui lui sont propres : un registre d'entrées/sorties dans lequel on place les informations que l'on veut faire sortir ou dans lequel on lit les informations à entrer, et un registre dit de direction des données (DDR ou Data Direction Register) qui définit à chaque instant le sens de travail (entrée ou sortie) de chaque ligne du port correspondant. Cette méthode de travail est connue de ceux qui sont familiers du PIA de la famille 6800; si ce n'est pas votre cas, rassurez-vous, nous y reviendrons lors de la description des applications de ce circuit.

L'on retrouve également, sur cette figure, nos 112 octets de RAM et nos 1804 octets de ROM utile. Cette ROM utile est celle dans laquelle vous pourrez écrire vos programmes; il existe en outre 115 octets de ROM non accessibles à l'utilisateur mais dont le rôle est fondamental. En effet, ces 115 octets contiennent le programme de programmation du 68705 comme nous le verrons dans l'article consacré à la réalisation du programmateur.

Le haut de la figure regroupe le timer 8 bits précédé de son pré-diviseur programmable et associé à deux registres de contrôle, ainsi que l'oscillateur d'horloge et les signaux de service. L'organisation de tous ces sous-ensembles, du point de vue adresses, est schématisée en figure 4. L'ensemble des éléments du circuit se trouve entre les adresses 000 et 7FF. De 0 à 7F se trouvent 128 octets de RAM qui englobent les 112 octets dont nous avons déjà parlé. En effet, sur ces 128 octets, certains sont pris par les registres des divers ports A, B et C et par les registres du timer. La figure 4 précise la répartition de ceux-ci et montre bien qu'il ne reste plus que 112 octets des adresses 10 à 7F pour l'utilisateur. A partir de 80 et jusqu'à 784 se trouve la première partie de la mémoire morte utilisateur. On trouve ensuite les 115 octets qui vous sont interdits (de 785 à 7F7) et enfin, de 7F8 à 7FF, les vecteurs d'interruption et de RESET.

Lorsque nous étudierons la programmation de ce 68705, nous parlerons bien évidemment plus en détail de cette répartition et du rôle des divers registres.

Les points forts du 68705

Plusieurs particularités du 68705 méritent d'être signalées sur le plan matériel et nous y ferons largement appel lors des réalisations utilisant ce circuit car elles permettent de simplifier les schémas d'utilisation, parfois de façon notable.

Au niveau de l'horloge tout d'abord, quatre possibilités existent et se trouvent résumées figure 5. La plus classique et la meilleure est celle faisant appel à un quartz; elle est analogue à ce que l'on trouve sur la majorité des microprocesseurs actuels. La vitesse d'exécution des instructions possède alors la préci-

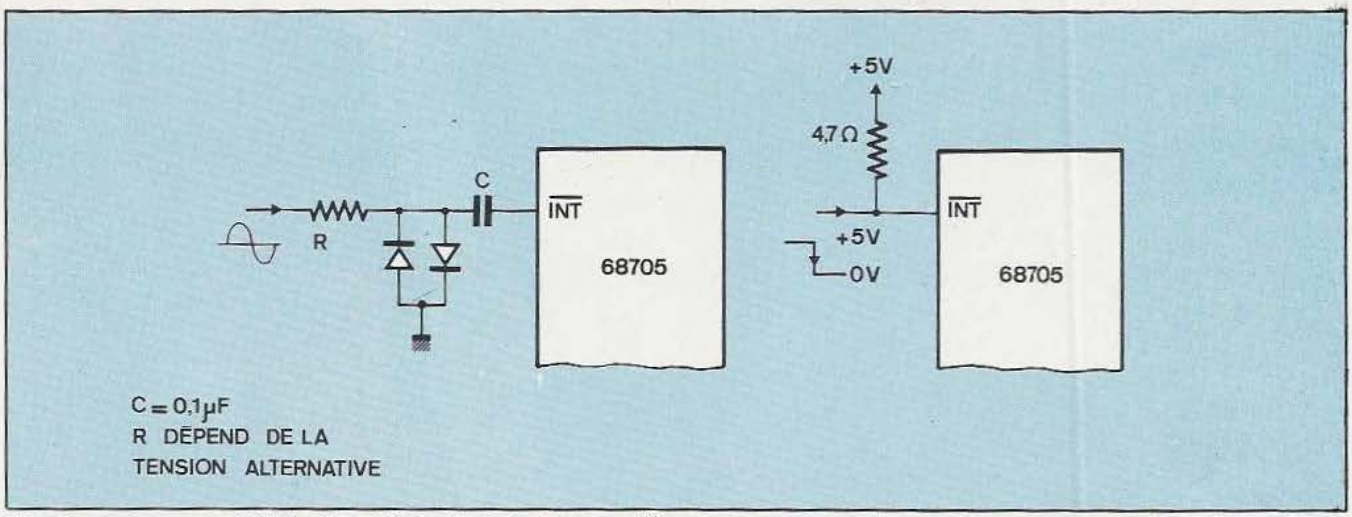


Fig. 7. Les deux possibilités d'emploi de l'entrée d'interruption.

sion du quartz ce qui permet de faire, par exemple, des boucles de temporisation très précises. Si la précision ne vous intéresse que modérément, vous pouvez utiliser une résistance plutôt qu'un quartz, la stabilité de l'horloge sera alors de 10 %, valeur suffisante pour bon nombre d'applications. Si vous n'êtes pas du tout exigeant quant à la stabilité (d'autres solutions que les boucles de temporisation existant au niveau du 68705) vous pouvez vous contenter, comme horloge, d'un court-circuit (mais si !); la stabilité est alors de 25 % mais le circuit fonctionne parfaitement. Enfin, pour des applications particulières, il reste possible d'utiliser une source de signaux rectangulaires aux normes TTL comme horloge externe. Dans ce dernier cas et dans le cas du quartz, la fréquence d'horloge est déterminée par la source externe ou par le quartz et ne doit pas dépasser 4 MHz. Dans le cas du court-circuit, la fréquence d'horloge est de 3,2 MHz environ et dans le cas d'une résistance, elle peut aller de 4 MHz à 1 MHz lorsque la résistance varie de 15 à 50 kOhms.

Le deuxième point intéressant du 68705 se situe au niveau de la patte de RESET (de remise à zéro si vous préférez). Comme le montre la figure 6, une résistance de rappel de cette patte au + 5 volts est intégrée dans le circuit ce qui permet, par simple connexion entre celle-ci et la masse d'un condensateur de valeur adéquate, de réaliser une remise à zéro automatique lors de la mise sous tension. Cette entrée RESET dispose en effet d'un trigger de Schmitt qui s'accommode donc fort bien de la courbe exponentielle de charge du condensateur; par ailleurs, cette patte est active à l'état bas. Pour ajouter un poussoir de RESET manuel, rien de plus simple; il suffit de le mettre en parallèle sur le condensateur, toute pression sur ce poussoir déchargeant le condensateur et mettant la patte RESET à 0 pendant le temps de charge de ce dernier. Compte tenu des contraintes internes du 68705 et de la valeur de la résistance intégrée, le condensateur à utiliser doit être de 1 μF. Il faut, en revanche, choisir un condensateur faible fuite (type tantale goutte par exemple ou bon chimique) car si ce dernier fuyait, la patte RESET risquerait de rester à 0 indéfiniment et le 68705 également...

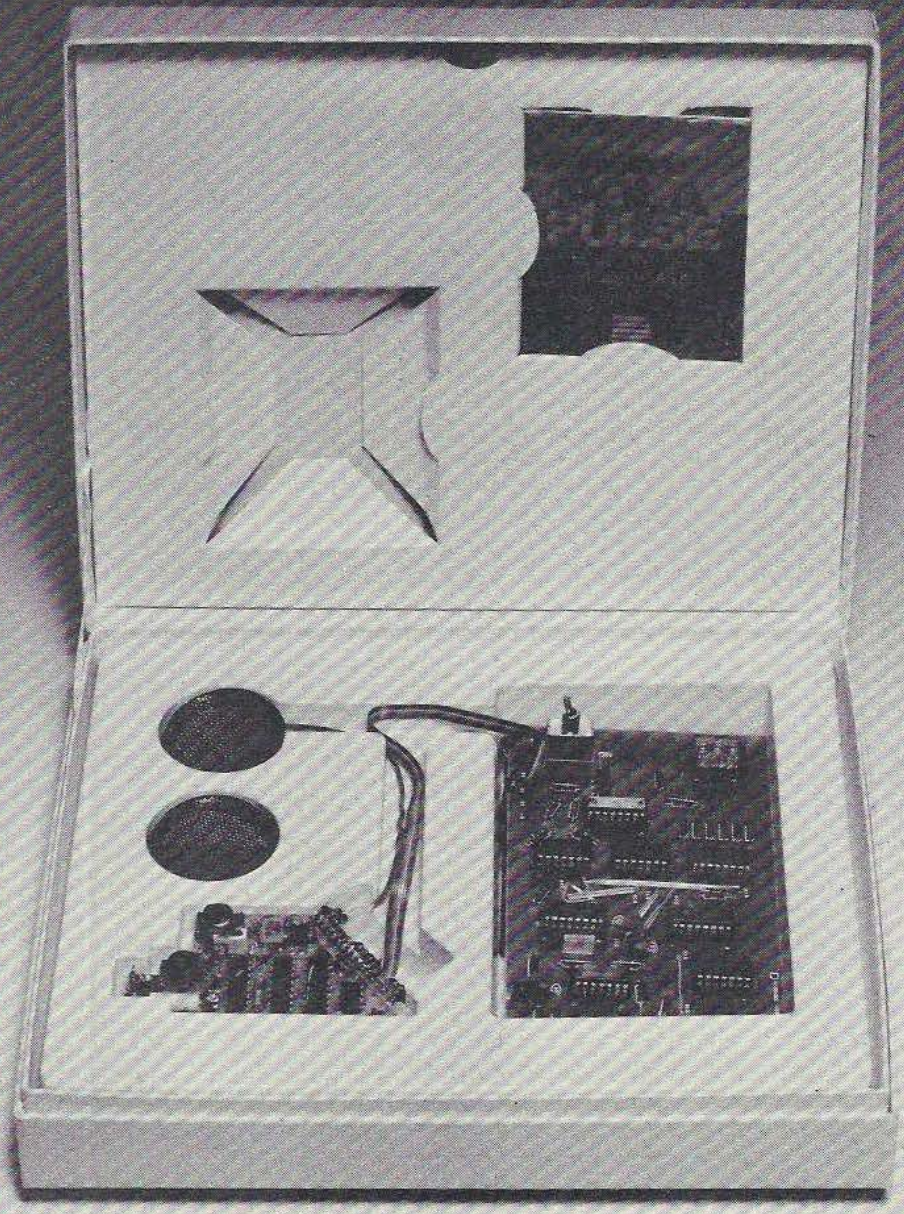
Enfin, dernier point important à signaler au niveau matériel et connexion, l'entrée d'interruption INT. Comme le montre la figure 7, cette entrée dispose de deux modes d'utilisation. Dans le mode «normal», elle est compatible TTL et CMOS et doit être ramenée au + 5 volts par une résistance externe. Le fait de faire passer cette entrée à 0 déclenche alors une interruption au niveau du 68705 (nous y reviendrons lorsque nous parlerons programmation); c'est classique et se rencontre sur tous les microprocesseurs civilisés. Le deuxième mode, par contre, est plus original et très utile; l'entrée INT est couplée capacitivement à un signal alternatif dont la fréquence doit rester inférieure à 1 kHz. Dans ce cas, une interruption est générée à chaque passage par 0 du signal alternatif appliqué. Inutile de vous dire qu'on exploite cette possibilité, par exemple, lorsque le 68705 est utilisé pour commander des triacs car cela permet ainsi de les amorcer au passage par 0 du secteur en éliminant la majorité des parasites habituellement engendrés par ces composants. Ce mode de fonctionnement s'utilise aussi pour fournir au 68705 une référence de temps à partir du 50 Hertz du secteur.

Conclusion

Il y a encore beaucoup à dire à propos de ce circuit et c'est un peu normal puisqu'il constitue, à lui tout seul, un petit micro-ordinateur. Nous en resterons là pour aujourd'hui de façon à ne pas faire un numéro spécial 68705 ce qui serait un peu fastidieux et lourd à digérer. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce circuit lors des diverses réalisations qui vous seront proposées; le but de l'article d'aujourd'hui ayant été de vous en offrir une présentation générale, ce à quoi nous espérons être parvenus, malgré le grand nombre de fonctions intégrées dans le 68705. ■

C. Tavernier

LE KIT POLAROID



TEST

UN TELEMETRE A ULTRASONS

Conceptrice d'appareils photo pour un large public, la firme Polaroid a développé son propre système de mesure de distance, étudié pour régler la mise au point automatique d'un objectif. Dans son système, Polaroid utilise des ultra-sons qu'il exploite à la manière des ondes RF pour les radars.

La mesure de distance

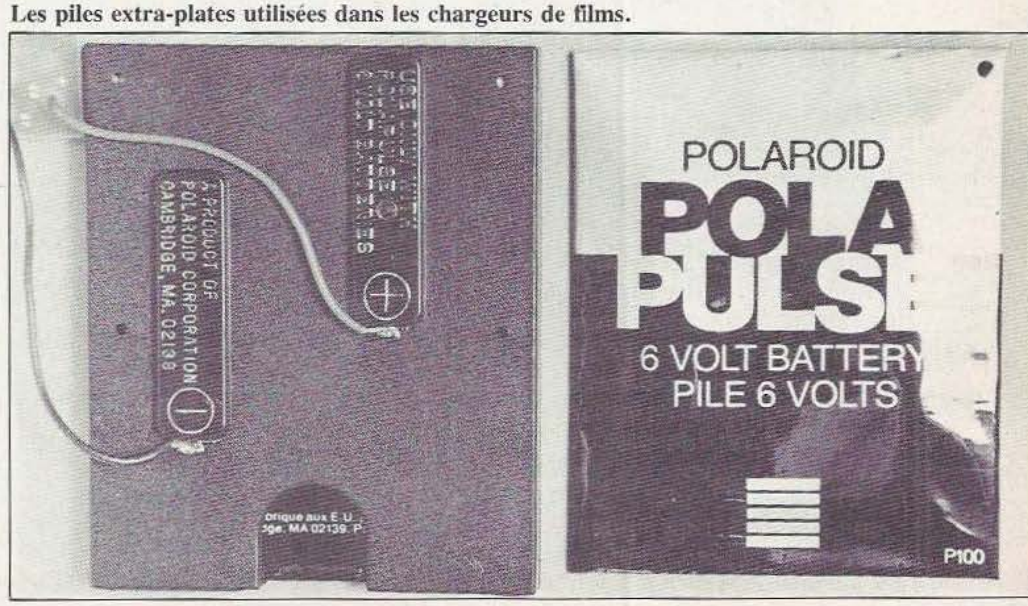
Il a fallu tout de même pas mal de temps pour qu'apparaissent les systèmes de mise au point automatique d'appareils photo («autofocus»). L'introduction dans le marché grand public d'un système d'automatisme aussi poussé impose un prix de revient relativement bas, et, aussi, une certaine miniaturisation, le dispositif devant s'intégrer dans des boîtiers de petites dimensions. Le premier système employé utilise un principe de corrélation visuelle. En d'autres termes, il s'agit d'une mesure de type télémétrique à coïncidence. Dans un tel télémètre, on tente de superposer deux images captées à deux endroits différents par deux objectifs aussi éloignés que possible; ces images sont mélangées par un jeu de miroirs et un oculaire. Pour que les deux images se superposent, on doit orienter un miroir selon un angle qui dépendra de la distance entre le système de mesure et le sujet visé. L'œil se rend parfaitement compte de la superposition, mais dans un système automatique l'œil disparaît pour faire place à un ensemble nettement moins subtil, pratiquement aveugle, la «puissance» du cerveau n'étant pas là pour discriminer le sujet du fond. On utilise une technique de corrélation par orientation automatique du miroir (qui balaye la scène) et mélange optique des deux vues sur un capteur à cellules CCD; le circuit électronique effectue une sommation sur chaque cellule et lorsqu'un maximum s'établit, on note la position du miroir. Un second procédé consiste à envoyer les deux images sur deux capteurs : on note alors la position relative des images, toujours par corrélation.

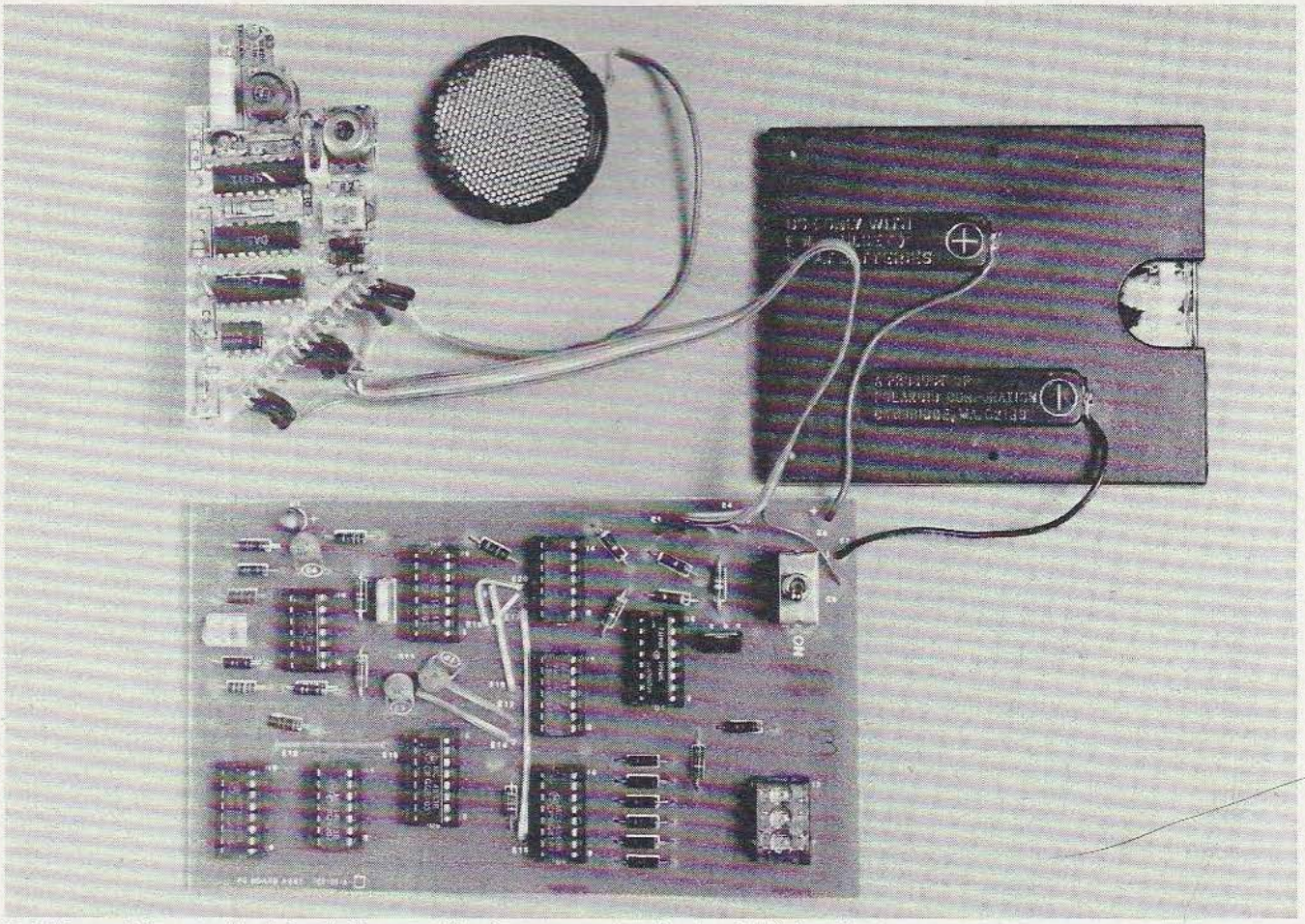
Cette technique rend de grands services en photo, cinéma et vidéo. Polaroid a cependant préféré une autre technique, aussi efficace et peut-être plus facile à mettre en œuvre. Tous ces télémètres ont leur inconvénients : un système à corrélation ne fonctionnera pas sur un sujet lisse tandis que les ondes ultrasonores seront peut-être absorbées par un revêtement trop mou...

Les produits Polaroid

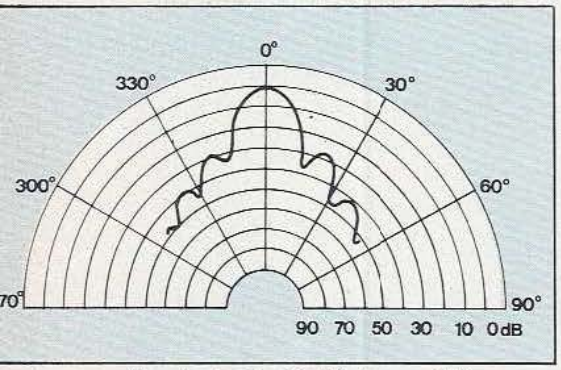
Polaroid équipe certains de ses appareils photographiques de son système à ultrasons et, parallèlement propose des circuits et des capteurs directement issus de ceux utilisés en photo; pour la mesure,

Les piles extra-plates utilisées dans les chargeurs de films.





Le kit complet permettant de réaliser un télémètre : on notera la simplicité de mise en œuvre.



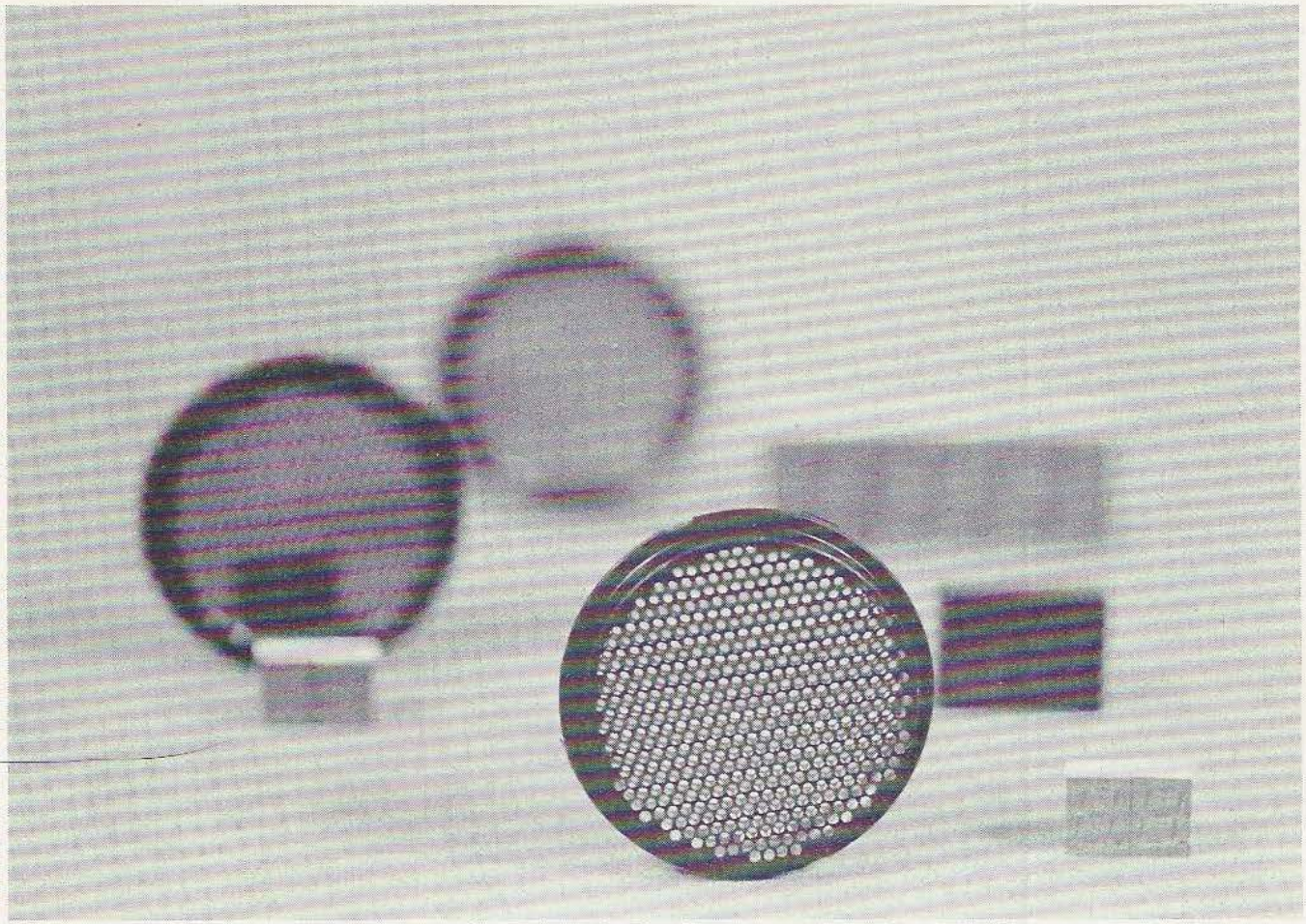
Une forte directivité dans ± 15°.

quelques modifications ont été apportées au circuit imprimé. Le fabricant peut fournir, en outre, un circuit de gestion de ce capteur pour un prix très attirant. Parallèlement, Polaroid a sorti un kit d'expérimentation qui, en plus des transducteurs, comporte un circuit de mesure doté d'un afficheur de distance exprimée en pieds. Autres produits encore, des piles résultant de l'étude entreprise pour les inclure dans les chargeurs de films, piles extra-plates capables de débiter un fort courant instantané et dont on trouvera deux exemplaires dans le kit. Enfin, Polaroid fabrique aussi des filtres polarisants dont on trouvera un échantillon dans ce kit, destiné à servir de filtre anti-reflet efficace pour les afficheurs numériques... En dernier lieu, un transducteur supplémentaire et isolé servira à évaluer la dispersion acoustique de ce type de composant ou à d'autres utilisations laissées au choix de l'acheteur.

Description

Un radar fonctionne selon le principe de l'émission d'une onde pulsée. Cette onde part dans une direction et revient après réflexion sur un obstacle. La mesure de distance s'effectue en comptant la durée qui sépare l'émission de la réception. Comme l'onde radio se déplace à une vitesse proche de celle de la lumière, le temps séparant les deux phénomènes ne sera mesurable que pour des distances relativement importantes. Ici, nous travaillons à une autre échelle. En effet, les ondes ultra-sonores se déplacent à la vitesse du son, soit environ 332 m par seconde dans l'air à 0 °C, une vitesse qui dépend d'ailleurs de la température, de l'hygrométrie et de l'altitude auxquelles se trouve le système. Dans la majorité des applications, il sera cependant utilisé dans des conditions atmosphériques normales. En photo, l'erreur introduite par une variation de ces conditions n'a d'ailleurs aucune importance devant la profondeur de champ...

Le transducteur se présente comme une pastille de 4 centimètres de diamètre. La grille noire et perforée laisse apparaître un diaphragme doré, film plastique métallisé servant de membrane. Il s'agit du transducteur électrostatique qui



Le transducteur se présente comme une pastille de 4 cm de diamètre : une grille protège le diaphragme.

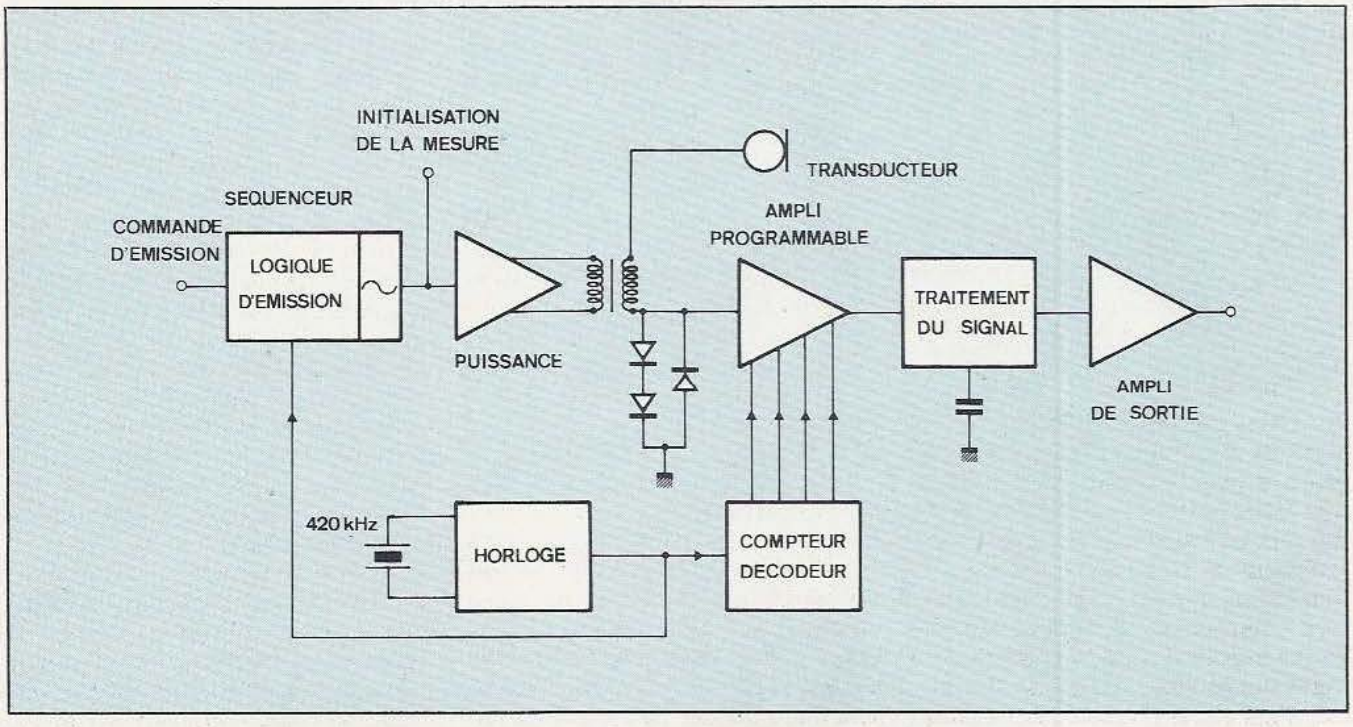


Fig. 2. Schéma de principe de l'émetteur-récepteur : amplificateur et filtre sont programmés.

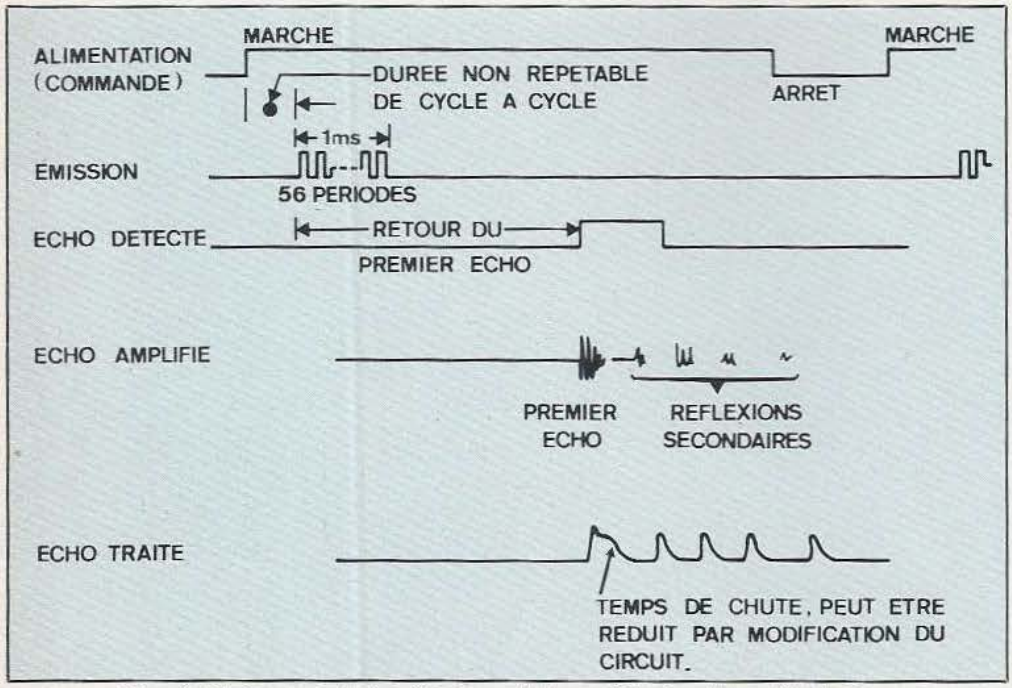


Fig. 4. Diagramme de fonctionnement du module émetteur-récepteur.

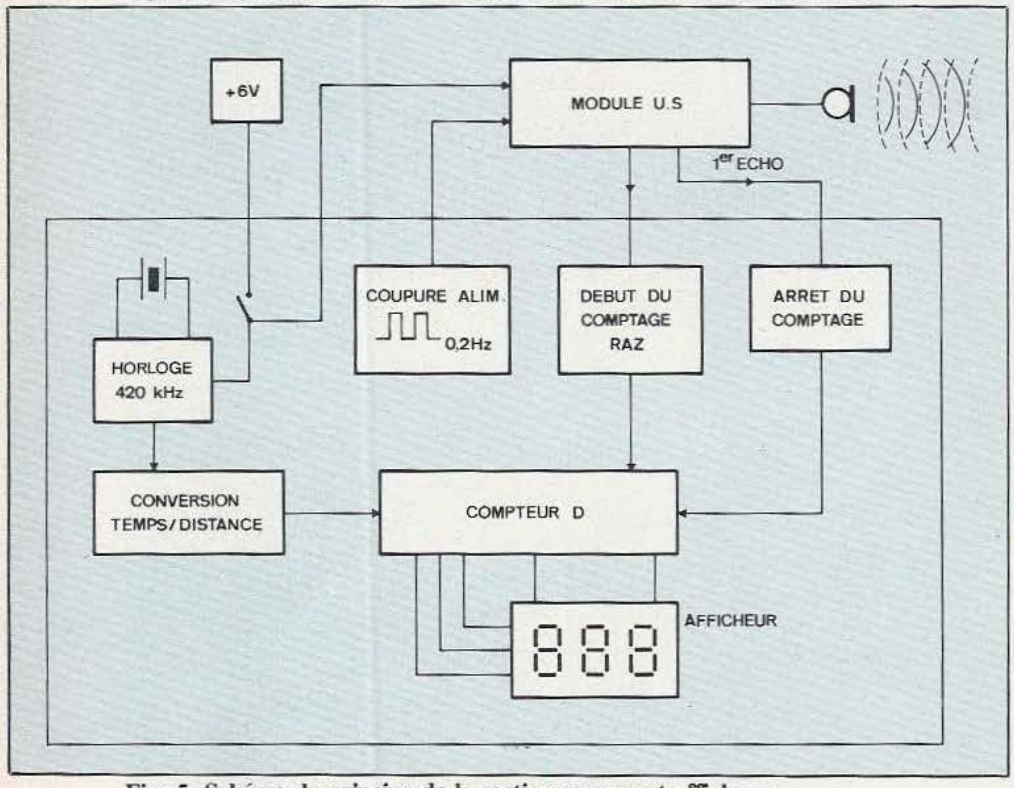


Fig. 5. Schéma de principe de la section mesure et affichage.

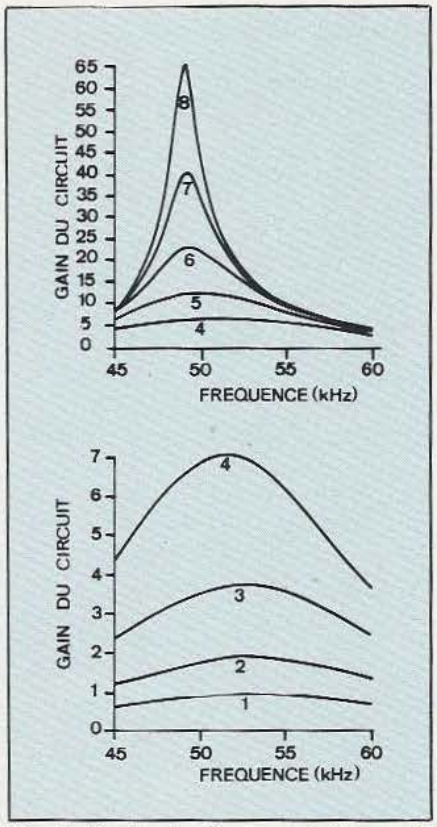


Fig. 3. En haut, réponses typiques du passe-bande en fonction du paramètre distance (ordonnées en dB). En bas réponses amplitude/fréquence de l'amplificateur de contrôle.

devra recevoir une tension de polarisation continue, aussi bien pour l'émission que pour la réception.

Son diagramme de directivité, représenté figure 1, montre un maximum sur un angle de ± 10° environ; cet angle, prévu initialement pour des applications photographiques, couvre le centre du viseur pour éviter de trop tenir compte du sol, susceptible de renvoyer un écho précoce.

En robotique, la connaissance de la directivité du transducteur importe dans une certaine mesure, tout dépendant de l'usage prévu pour le transducteur. La réciprocité jouant, le transducteur présente la même directivité, à l'émission comme à la réception. Le circuit de commande ultra-sonique comporte donc les circuits d'émission et de réception.

La plage de distance de détection commence à 26 cm pour atteindre 10,5 m ce qui correspondra, sur l'afficheur du kit, à une indication de 0,9 à 35 pieds. Ces 26 cm correspondent à un aller et retour du signal de 52 cm. Cela nous fait, à 330 m/s, un temps de parcours de 1,57 ms; pour une distance de 10,5 m, ce temps passe à 64 ms environ. L'impulsion émise ne devra donc pas dépasser 1,57 ms et la période de répétition des informations sera plus grande que 64 ms.

Ici, l'émission dure un peu plus de 1 ms et se compose de 56 périodes d'un signal dont la fréquence varie. Les 8 premières périodes sont à une fréquence de 60 kHz, les 8 suivantes à 53 kHz, ensuite, nous avons 16 à 53 kHz puis 32 à 50 kHz. Le choix

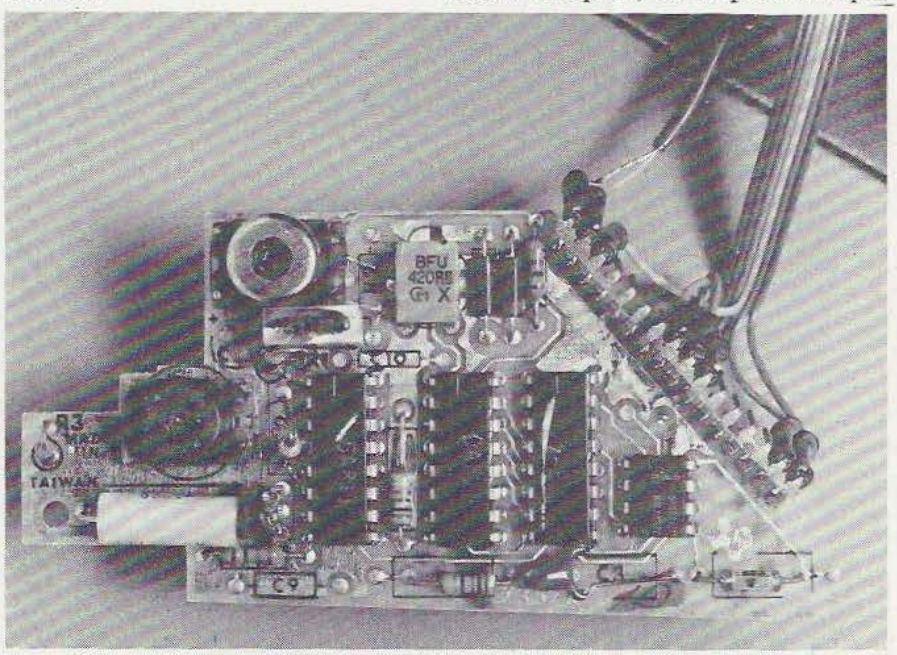
de plusieurs fréquences d'émission sert à éliminer une absence de réflexion qui pourrait être due à la configuration géométrique de l'objet. Deux réflexions en opposition de phase annulent le signal de retour. Avec plusieurs fréquences, il subsiste un risque d'erreur de mesure, mais non d'annulation du signal d'écho. Le récepteur utilise le même transducteur que l'émetteur, la polarisation acquise lors de l'émission sert à récupérer l'écho qui va se superposer à la tension continue. L'onde émise s'affaiblit au fur et à mesure qu'elle parcourt l'air : par conséquent, pour une distance de mesure importante, le signal reçu demandera une amplification plus importante que pour un écho renvoyé par un obstacle proche. La forme de l'objet et sa nature joueront également sur l'intensité du signal reçu.

L'amplificateur mis au point par Polaroid dispose d'un circuit de commande automatique de gain, gain géré numériquement par programmation du circuit intégré : cette programmation de gain correspond à l'atténuation du signal avec la distance et donc avec le temps (la plage de variation de gain atteint 60 dB). En même temps que le gain augmente, la largeur de bande de l'amplificateur diminue. En effet, plus l'amplificateur devient sensible et plus il risque d'amplifier des signaux hors bande (figure 3). Le gain varie en 16 pas, la largeur de bande en 8 pas (les 8 derniers, communs avec ceux du gain, correspondent à une bande étroite).

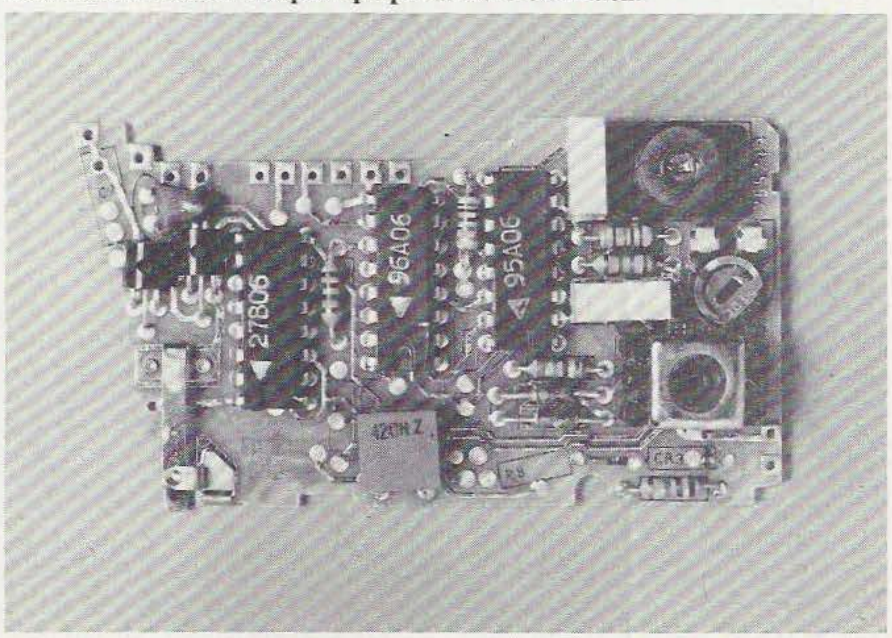
La détection de l'écho prend en compte le front de montée de l'onde retour. Le temps entre signal incident et écho se mesure ainsi à partir des deux temps de montée. Toute cette section de génération du signal d'attaque du transducteur et d'amplification avec détection figure dans un petit module du kit, disponible séparément. La figure 4 donne le diagramme de fonctionnement du module.

La mesure

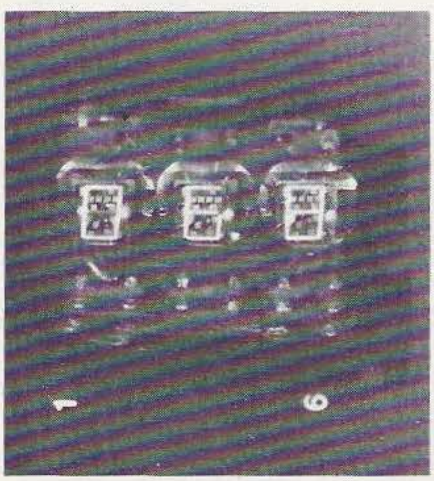
Le circuit de mesure récupère deux informations : l'impulsion correspondant au début du train d'impulsions émises et celle résultant du retour du train d'onde après réflexion sur l'obstacle. La technique de mesure se résume à un comptage d'impulsions pendant la durée d'ouverture d'une porte commandée par le système de détection. Pour obtenir une définition d'un dixième de pied, les impulsions que



Le module d'émission-réception propre au kit d'évaluation.



Le module d'émission-réception vendu séparément.



Trois afficheurs pour la distance.

l'on compte sont espacées de 177,6 µs, ce qui doit correspondre à 1,2 pouce soit un dizième de pied (donnée du constructeur). Ces impulsions sont dirigées vers un compteur remis à zéro à chaque émission et arrêté à l'arrivée de l'écho. La base de temps bénéficie du pilotage d'un résonateur céramique travaillant à 420 kHz, résonateur que nous retrouvons également sur le module d'émission/réception.
Nous vous donnons, figure 5, le schéma de principe du module expérimental permettant une mesure de distance.

Expérimentation

Nous avons branché la boîte à piles sur le circuit imprimé de mesure; à la fermeture de l'interrupteur, tout a fonctionné parfaitement. Le transducteur émet un petit bruit à une cadence qui est celle de l'émission des trains : ce que l'on entend correspond, en fait, à l'application périodique de la tension continue élevée, entre les électrodes du transducteur électrostatique. L'afficheur à trois chiffres indique immédiatement un nombre de pieds et de dizièmes de pieds, nombre correspondant sensiblement à la distance que l'on peut estimer entre le transducteur et un objet. Une modification du comptage permettrait vraisemblablement une mesure en mètres.
Nous avons pu contrôler la précision des mesures effectuées, précision de l'ordre de 5% environ, l'indication elle-même variant de ± 1 digit.
Le constructeur utilise ici, pour sa mesure, des impulsions distantes de 177,6 µs qui, en principe, devraient correspondre à 1,2 pouce or, si nous considérons que la vitesse du son est de 330 m/s, nous nous apercevons que l'écart entre impulsions devrait être de 184 micro-secondes (en réalité le choix a dû se porter sur 340 m/s). De toute façon, étant donné que la vitesse de propagation du son peut changer avec les conditions atmosphériques, il paraît difficile de compenser la base de temps pour toutes les conditions possibles. Polaroid propose ici une carte expérimentale donnant des résultats corrects en utilisant, pour base de temps, un résonateur céramique standard : il va de soi qu'avec une base de temps plus précise, on aurait disposer d'une mesure plus exacte.
La mesure elle-même ne peut s'effectuer sans précaution, la présence d'un absorbant entraînant, par exemple, une réponse aléatoire. Ainsi nous avons braqué le transducteur vers un épais (et confortable) tapis de laine : l'afficheur nous a laissé croire qu'une distance de plus de 10 m séparait l'émetteur du sol...
Donc, si la grande majorité des mesures offre une sécurité suffisante, on peut observer parfois, entre deux mesures cohérentes, un résultat quelconque dû à une réflexion aléatoire. Si le système travaille en mobile et braque son faisceau pulsé dans diverses directions, il sera bon de comparer plusieurs relevés, travail qu'un micro-ordinateur pourra effectuer sans problème. On éliminera alors l'information erronée.

Exploitation d'un système ultra-sonore

Le système de détection ultra-sonore tel que nous venons de le voir est capable de mesurer une distance qu'il calculera pour l'indiquer ou la transmettre à un organe spécifique. Cet emploi, que l'on expérimentera facilement avec le kit, n'est certes pas le seul possible. Le plus souvent, la distance affichée n'intéresse pas directement l'utilisateur. En revanche, en dotant le système d'un détecteur de seuil, on pourra déclencher un système lorsque la distance entre le transducteur et un objet ou obstacle descendra au-dessous d'une certaine valeur. La détection d'un temps de retour d'un écho élimine la plupart des difficultés présentes lorsqu'il s'agit de connaître une distance. De même la taille de l'objet ne joue pas tellement, seule sa forme peut entraîner des erreurs.
La détection ultra-sonore peut s'appliquer à la mesure de niveau dans un réservoir ou dans un silo : le transducteur, placé en haut du réservoir vise le fond; le temps séparant l'émission de la réception donnera le niveau, des alarmes pouvant compléter le système. Une autre application intéressante sans aucun doute, est l'insertion de détecteurs de distance dans un système robotisé. Les transducteurs, fixes ou mobiles, associés à un système de reconnaissance d'itinéraires permettront, un guidage et arrêteront la progression en présence d'obstacle. En outre, le système se prête à la confection d'alarmes, notamment grâce au faisceau très directif, le moindre changement de distance déclenchant le signal d'avertissement.

Conclusion

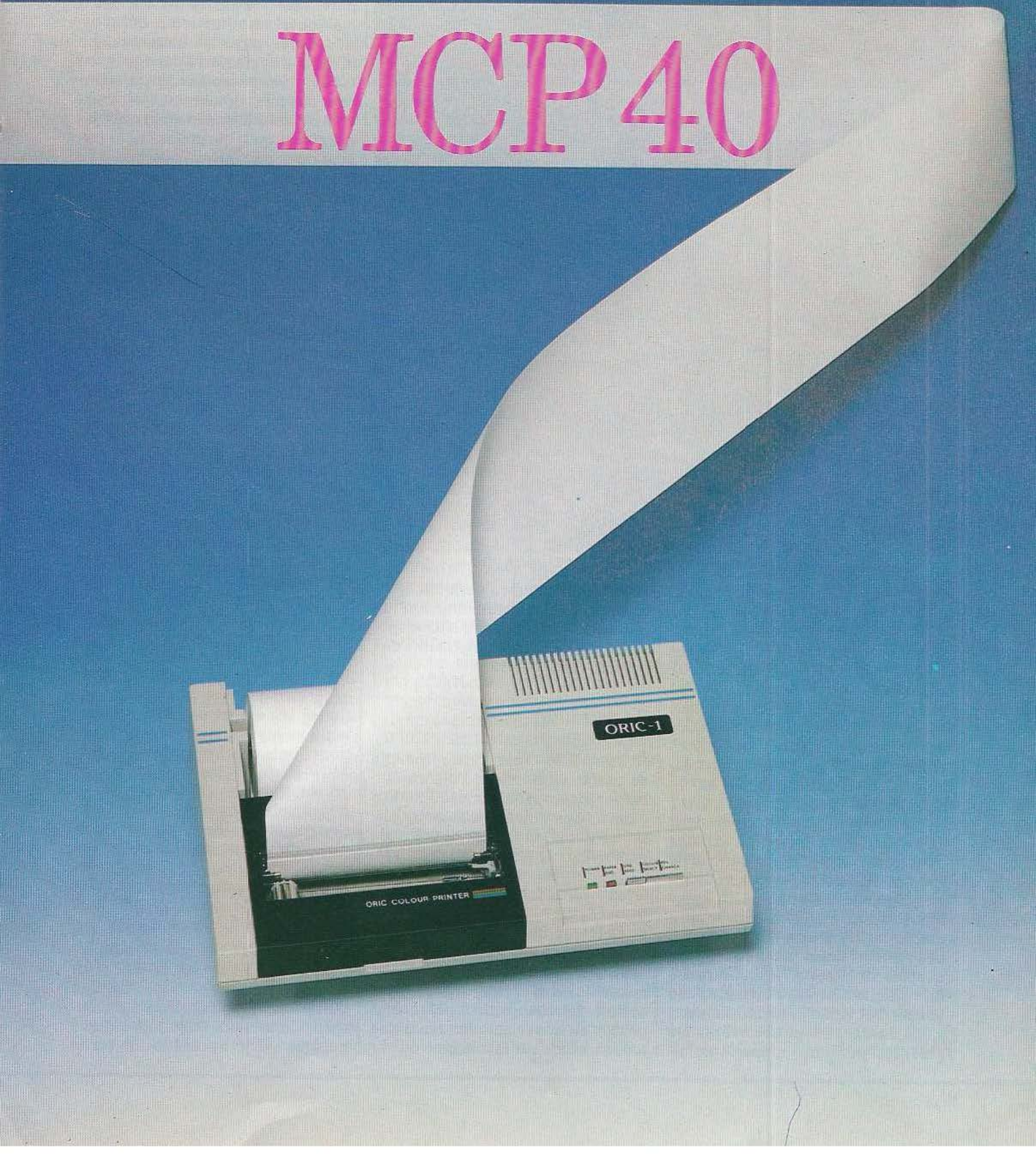
Ce système de détection, véritable radar miniature, concrétise sans doute l'un des rêves de tout roboticien car la détection et la mesure de distances posent réellement de délicats problèmes que les ultra-sons peuvent résoudre avec, toutefois, quelques petites limitations. Ce kit, avec son afficheur numérique, a l'avantage de permettre d'apprécier très rapidement les incidences de la nature des objets et obstacles sur la fiabilité de la détection.
L'œil associé au cerveau offre un considérable pouvoir de discrimination, à un point tel que, même un ensemble ultra-sonore, aussi élaboré que celui de Polaroid, paraît bien élémentaire... Le kit, ce n'est qu'une étape dans le développement d'un système éventuellement plus complexe : le module de détection associé à un capteur pourrait, par exemple, être relié à un microprocesseur, plusieurs transducteurs pouvant également travailler en parallèle (un pour l'émission, les autres en réception) afin de mieux définir la nature des objets à détecter... Tout n'est pas dit sur le sujet, nous y reviendrons certainement... ■

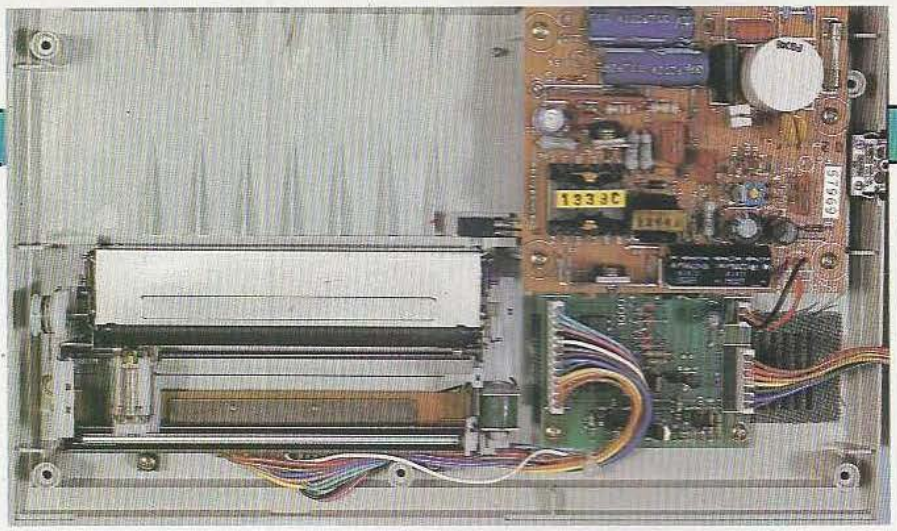
Etienne Lémery

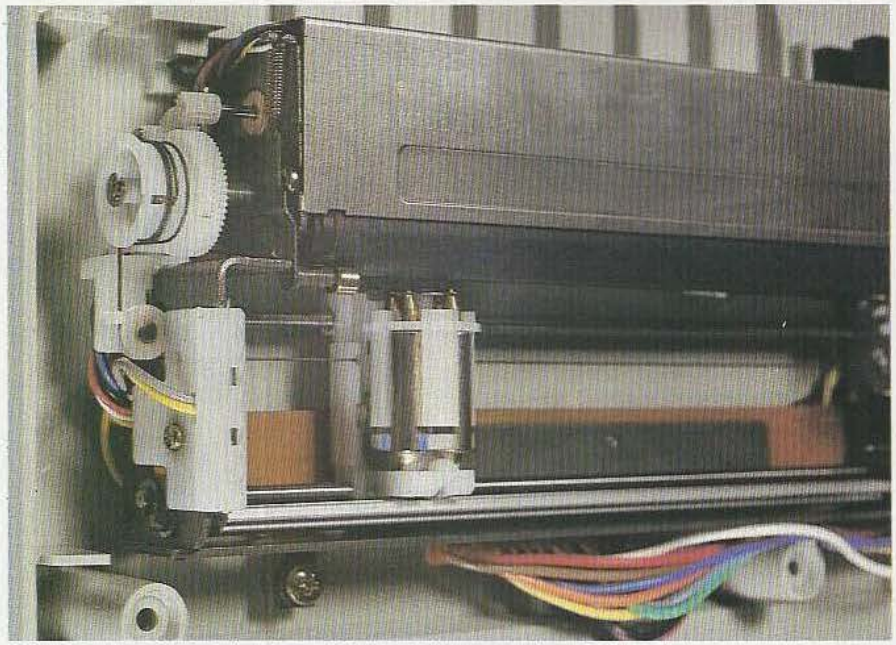
Distributeur : Sarelec, 86, av. J.-Jaurès, BP 69, 91560 Crosne. Tél.: (6) 949.15.66. Prix H.T., approximatifs, unitaires : kit d'évaluation : 1323 F. Transducteur «Mesure» : 124 F. Transducteur «Standard» 74,32 F. Circuit de commande et de réception : 200 F.

ORIC

MCP40







L'imprimante ouverte et le mécanisme d'impression (voir texte).

Depuis quelques mois, nous avons pris l'habitude de voir arriver sur le marché, des micro-ordinateurs tous plus performants les uns que les autres. Il n'en était malheureusement pas de même avec les périphériques proposés pour ces matériels et ce jusqu'au dernier Sicob qui a vu l'introduction, sur le marché français, d'un petit bijou : l'imprimante graphique couleur Oric MCP-40. Un libellé qui vous donne un avant-goût synthétique de ses possibilités mais nous vous incitons à lire avec attention les lignes qui suivent; en effet cette imprimante cache, sous un aspect banal, des performances tout à fait remarquables et nous n'hésitons pas à dire qu'elle n'a pour l'instant aucun concurrent valable, même dans des gammes de prix plus élevées. De plus, les solutions adoptées au niveau des interfaces permettent de connecter cette imprimante à n'importe quel micro-ordinateur disposant d'une interface imprimante aux normes Centronics.

Généralités

L'Oric MCP-40 est une imprimante de petites dimensions puisque son boîtier mesure seulement 27 × 17 × 7 cm en son point le plus haut. Elle utilise donc, du fait de sa taille, du papier de 12 cm de largeur (11, 43 cm plus exactement); papier tout à fait ordinaire ce qui permet d'en trouver partout à un prix de revient de la feuille imprimée très faible.

Il est possible d'imprimer en quatre couleurs : noir, bleu, rouge et vert sans avoir à intervenir sur quoi que ce soit. Le changement de couleur peut s'effectuer au moyen d'une touche située sur la machine ou par logiciel ce qui permet d'obtenir ce changement «en temps réel», au milieu d'une impression.

Le mouvement du papier peut se faire vers l'avant (c'est normal !) mais aussi vers l'arrière ce qui autorise toutes sortes de fantaisies. Le nombre de caractères par lignes, en mode alphanumérique, peut prendre de très nombreuses valeurs comme nous allons le voir, mais sachez déjà que, malgré la faible largeur du papier, on a la possibilité de descendre à 80 caractères par ligne ce qui est parfait pour recopier l'écran de tout micro-ordinateur professionnel. Pour les micros «amateur» dont l'Oric, un mode 40 caractères par ligne existe, bien évidemment.

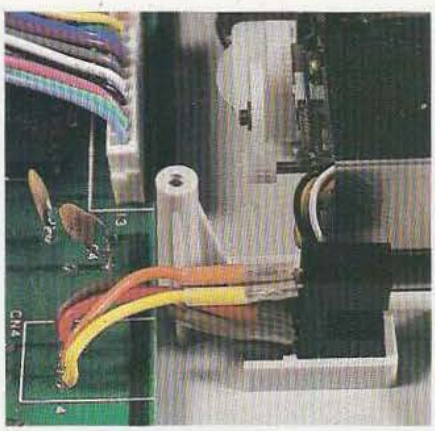
La vitesse d'impression n'a rien de fulgurant puisqu'elle est de 12 caractères par seconde, un débit somme toute normal compte tenu de la catégorie de prix de cette machine et du procédé d'impression employé. En contrepartie, la qualité de l'impression s'avère excellente car les caractères sont dessinés sur le papier. De surcroit cette machine dispose d'un mode graphique qui est une petite merveille. En effet, il est possible d'utiliser cette imprimante comme une table traçante disposant de 480 pas en horizontal et d'un nombre illimité de pas en vertical (le papier pouvant se déplacer dans les deux sens comme nous l'avons déjà signalé). Pour faciliter l'utilisation de ce mode, qui pose généralement des problèmes sur toutes les autres imprimantes que nous avons rencontrées, des fonctions ont été implantées sur la MCP-40, fonctions activées par un ou plusieurs caractères de contrôle très simples à manipuler. Ces fonctions sont très performantes puisque, par exemple, il suffit d'envoyer une suite de 7 caractères pour tracer automatiquement des axes de coordonnées horizontaux et verticaux gradués au pas désiré.

Du point de vue connexion, et comme nous l'avons dit en introduction, cette imprimante dispose d'une interface parallèle au standard Centronics, solution logique puisque l'Oric 1 possède une sortie

de ce type. Mais c'est aussi très intéressant pour tous les possesseurs de micro-ordinateurs autres que l'Oric 1 car cela signifie qu'ils pourront utiliser cette machine s'ils disposent d'une sortie de ce type (ce qui est généralement le cas). Seule ombre au tableau, mais qui devrait être corrigée rapidement, la notice fournie avec la MCP-40 qui n'indique pas le brochage de la prise; nous compensons bien volontiers cette lacune en figure 1.

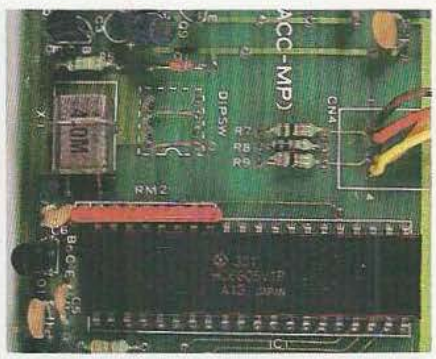
La technique

Pour obtenir les performances annoncées, des solutions originales ont été adoptées, solutions qui vont d'ailleurs justifier ce que nous avons écrit dans un autre article de ce même numéro consacré aux microprocesseurs monochip.
La partie impression proprement dite fait appel à un mécanisme non conventionnel dans les imprimantes informatiques «classiques»; en revanche il est analogue à ce que l'on trouve dans l'imprimante du Sharp PC 1500 présentée par ailleurs dans ces pages. Le mécanisme utilise deux micro-moteurs : l'un déplace le papier vers l'avant ou vers l'arrière, l'autre déplace la tête d'impression de droite à gauche ou de gauche à droite. Cette tête d'impression est constituée de quatre mini-stylos de couleurs différentes montés sur un barillet rotatif (comme celui des colts des cowboys mais ici il n'y a que quatre positions !). L'impression est commandée par une barre actionnée par un électro-aimant; barre qui pousse sur le stylo se trouvant en position la plus haute sur le barillet, de façon à l'appuyer sur le papier. Pour former des caractères ou tout autre chose, il suffit donc de combiner les déplacements du papier, les déplacements de la tête et le fait d'appuyer ou non le stylo. Les caractères étant dessinés, ne souffrent d'aucune discontinuité comme sur les imprimantes à aiguilles, d'où la très belle impression.
Ce mécanisme d'impression utilise donc du papier ordinaire puisque l'on écrit avec des vrais stylos ce



Détecteur optique de fin de papier.

qui offre de nombreux avantages quant à la disponibilité, au prix de revient et aux possibilités de photocopie des documents réalisés. Les stylos se trouvent facilement dans le commerce d'autant que ce sont les mêmes que pour le Sharp PC 1500, très répandu. Dernière précision à propos de ce mécanisme : il dispose d'une détection de fin de papier au moyen d'une fourchette opto-électronique (on est moderne ou non ne l'est pas !), système très fiable puisque ne comportant aucune pièce en mouvement. Et l'électronique ?
Celle-ci trouve sa place sur deux circuits imprimés superposés qui se démontent en un tournemain, tous les raccordements s'effectuant par des connecteurs détrompés. Un des circuits imprimés supporte une magnifique alimentation à découpage qui délivre du 5 volts (logique TTL oblige) sous 3 ampères (moteurs de l'imprimante obligent !). L'emploi d'une telle technologie nous a surpris sur du matériel aussi économique; mais c'est bien la seule solution valable pour constituer une alimentation ayant ces caractéristiques sous un aussi faible volume. Le fonctionnement de ce module se révèle excellent et ne perturbe pas le voisinage comme l'on peut souvent s'y attendre avec des alimentations de ce type.
Le deuxième circuit imprimé, en verre époxy (double face à trous métallisés), supporte l'électronique «intelligente» toute entière concentrée dans un microcontrôleur intégré de la famille 6805 de



Le microprocesseur 6805.

Motorola (en fait celui monté sur la machine est fabriqué en seconde source par Hitachi; lorsque l'on sait que la machine est montée au Japon cela apparaît logique). Nous n'allons pas présenter à nouveau ce circuit, un article entier lui étant consacré par ailleurs dans ce numéro; nous vous y renvoyons si vous souhaitez plus de renseignements. Précisons seulement que c'est grâce à la présence de ce circuit, un vrai microprocesseur et non un quelconque réseau de portes) que l'on peut disposer des fonctions graphiques évoquées.

Les possibilités

Elles sont très nombreuses et nous allons essayer de les décrire de manière aussi concise que possible. Nous vous renvoyons cependant, d'ores et déjà, aux quelques exemples joints à ce banc d'essai qui n'en montrent, malheureusement qu'une faible partie.
En mode normal, dit mode texte, les commandes dont on dispose sont peu nombreuses mais suffisantes pour pouvoir tout faire, d'autant que certaines commandes du mode graphique peuvent servir en mode texte (la notice n'est pas très explicite à ce sujet). On peut écrire, bien sûr, le jeu de caractères étant complet et comprenant majuscules et minuscules (artistiques pour certaines). On peut faire aller la tête en arrière avec le caractère de contrôle normalisé «backspace» de code ASCII 08; on peut faire aller le papier en arrière avec le caractère de contrôle normalisé également de code ASCII 11 ou 0B en hexadéci-

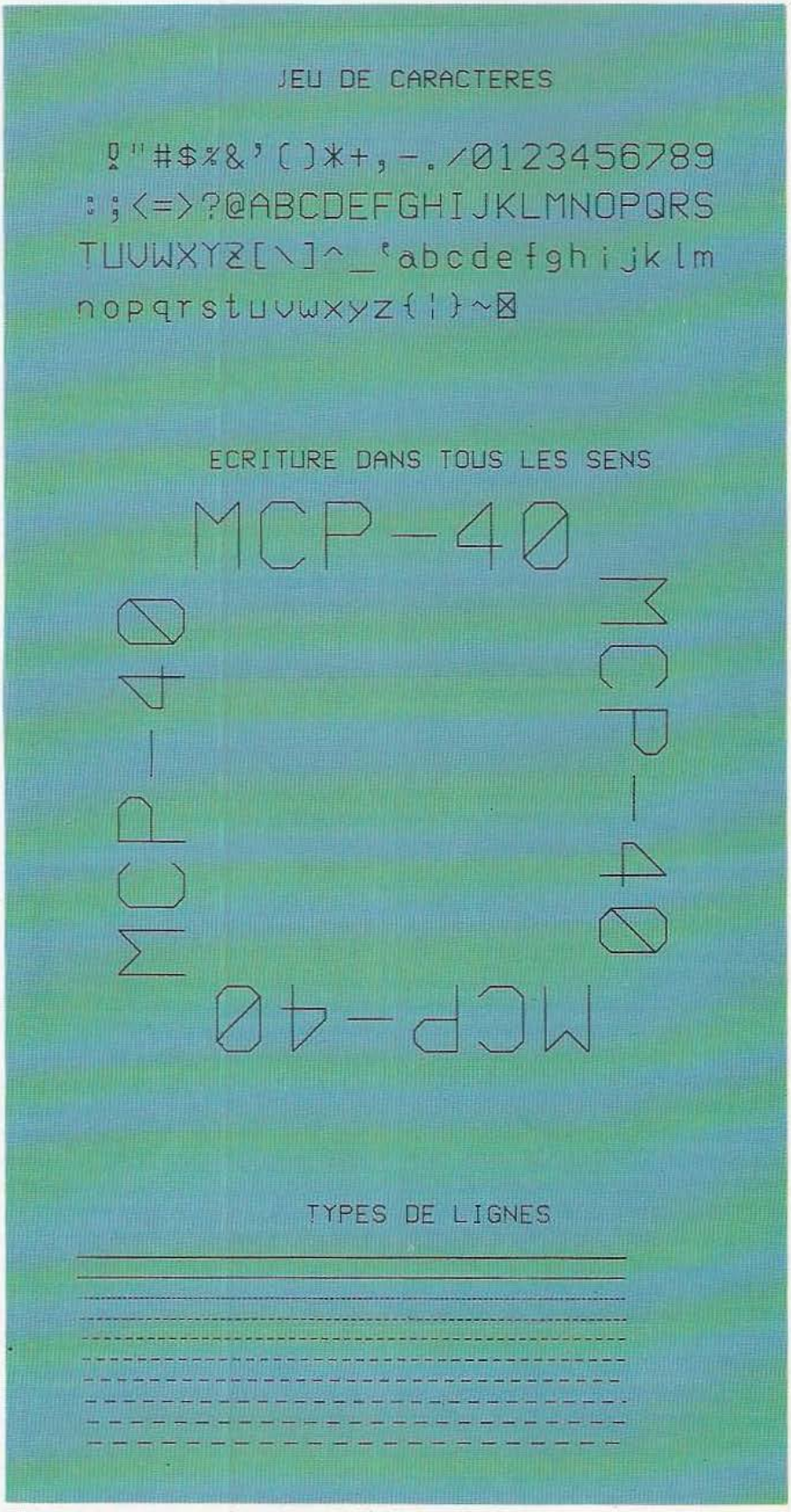


Fig. 3. Quelques exemples des possibilités de la MCP-40.

N° de broche	Signal	N° de broche	Signal
2	masse	1	STB
4	masse	3	D0
6	masse	5	D1
8	masse	7	D2
10	masse	9	D3
12	masse	11	D4
14	masse	13	D5
16	masse	15	D6
18	masse	17	D7
20	masse	19	ACK

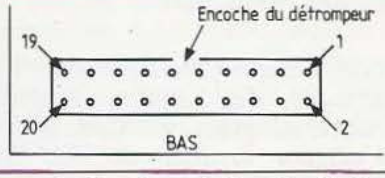


Figure 1 : Brochage de la prise de l'imprimante. STB-strobe, ACK : acknowledge.

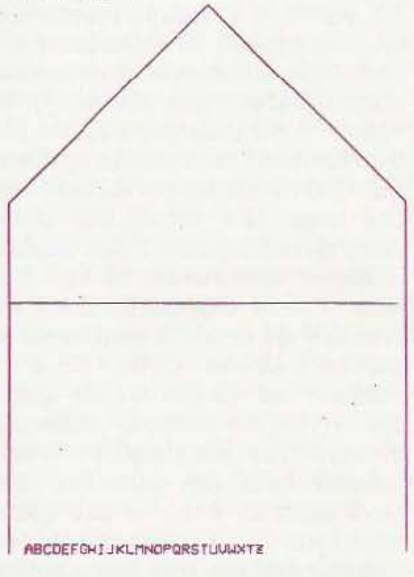
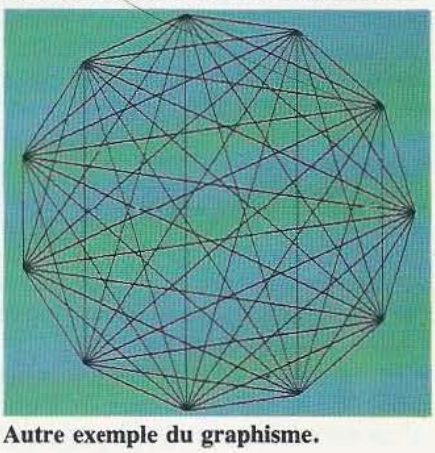


Fig. 2. Tailles extrêmes des caractères.



Autre exemple du graphisme.

mal et l'on peut changer de couleur de stylo. La possibilité de retour arrière de la tête permet de souligner, très simplement, des caractères tandis que la possibilité de faire aller le papier en arrière permet le «superscript», comme disent les Américains, c'est-à-dire l'écriture des exposants.
Toutes ces commandes peuvent être envoyées par le calculateur selon votre choix. Sous BASIC par exemple, vous ferez un LPRINT CHR$ (XX), XX étant le code ASCII de la commande désirée.
La taille des caractères se choisit parmi 64 tailles différentes et les exemples d'impression ci-joints vous montrent les tailles extrêmes permettant de loger de 1 à 80 caractères par ligne. Ce choix de taille se fait, en revanche, en mode graphique mais il est ensuite pris en compte en mode texte.
On peut, de plus, écrire dans les quatre directions : de gauche à droite et à l'endroit (le mode normal), de droite à gauche et à l'envers (regardez la tête de vos amis lorsque vous le faites faire à l'imprimante...), de bas en haut et de haut en bas. Le choix du sens se fait, ici aussi, par une des commandes du mode graphique. En mode graphique maintenant, les possibilités sont beaucoup plus nombreuses. Le procédé d'envoi des commandes reste analogue à celui du mode texte mais il ne sera pas nécessaire de faire appel à l'instruction CHR$ car de nombreuses commandes sont activées par des lettres. Ainsi la commande A s'active par l'envoi à l'imprimante du caractère A; cela imprime un A en mode texte. En revanche, en mode graphique, rien n'est imprimé mais la commande A est exécutée.
Pour passer d'un mode à l'autre, il suffit d'envoyer le caractère de contrôle de code ASCII 17 (11 en hexadécimal) pour passer en mode texte et 18 (12 en hexadécimal) pour passer en mode graphique.

Les commandes sont au nombre de 13. Nous n'allons pas toutes les décrire — le manuel étant là pour ça avec de nombreux exemples — tout au plus allons-nous vous citer les possibilités offertes :
— La commande A permet de revenir en mode texte, de ramener la tête d'impression à gauche de la feuille et de définir l'origine à cet endroit.
— La commande C permet de changer de couleur qui peut être spécifiée directement par un chiffre de 0 à 3 suivant le C. Ainsi, si vous envoyez à l'imprimante C2, elle positionnera le stylo vert pour l'impression. Sous BASIC l'exécution d'une telle commande se fait par un LPRINT «C2» par exemple. Le LPRINT étant, en BASIC Oric 1, un PRINT sur imprimante.
— La commande D trace un trait de la position courante de la tête à la position dont les coordonnées suivent le D.
— La commande H ramène la tête d'impression à l'origine que vous avez définie.
— La commande I permet de définir une origine à l'emplacement ou se trouve la tête au moment de l'exécution de cette commande.
— La commande J ressemble à D en ce sens qu'elle trace un trait de la position courante de la tête à celle spécifiée par les données qui suivent J : ces données ne sont pas des coordonnées de point mais des déplacements verticaux et horizontaux.
— La commande M, analogue à D, déplace la tête d'impression sans la faire écrire.
— La commande L permet de définir le type de ligne qui sera tracée. Il existe 15 types différents allant du trait plein au trait à gros tirets en passant par toutes les tailles de pointillés intermédiaires.
— La commande P permet d'imprimer du texte en mode graphique sans avoir à calculer quoi que ce soit. Il suffit d'envoyer à l'imprimante en mode graphique un P suivi du texte à imprimer.
— La commande S permet de définir la taille des caractères de 0 à 63. La taille 0 permet 80 caractères par ligne alors que 63 ne permet plus qu'un caractère par ligne.
— La commande Q permet de définir le sens d'impression (les quatre sens possibles vus précédemment).
— La commande R est à la commande J ce que M est à D. En d'autres termes, R déplace la tête comme J mais sans traçage de trait.
— Enfin, la commande X permet de tracer des axes orthogonaux et d'imprimer sur ces derniers des unités de la taille désirée.
Cet éventail de possibilités vous montre ce qu'il doit être possible de réaliser avec cette machine. Ce qu'il montre mal, mais vous devez nous faire confiance, c'est avec quelle facilité ces commandes s'utilisent.

La documentation

C'est le seul point noir de cette machine : elle est en langue anglaise et un peu spartiate. Comme nous avons obtenu l'une des premières machines du marché, nous pensons qu'un manuel français devrait voir le jour rapidement. Il serait souhaitable, aussi, qu'il donne un peu plus de détails, non pas au plan de l'utilisation des commandes qui, grâce aux exemples, s'avère bien documentée, mais à un plan plus général. Par exemple, il est anormal que le brochage de la prise ne soit pas donné (pour l'Oric 1 pas de problème puisqu'un câble détrompé est fourni et permet une connexion immédiate mais pour un autre micro-ordinateur il nous a fallu jouer de l'ohmmètre pour le trouver...).

Conclusions

Lorsqu'on sait qu'au moment où nous écrivons ces lignes cette machine se vend aux alentours de 1800 F TTC, les conclusions ne peuvent qu'être élogieuses.
Nous avons particulièrement apprécié : les possibilités graphiques et alphanumériques intégrées, leur facilité de mise en œuvre, leur compatibilité avec tout micro-ordinateur et tout logiciel, la qualité d'impression, l'utilisation de papier ordinaire et de stylos largement répandus, l'interface Centronics.
Nous avons regretté : la notice en langue anglaise un peu pauvre et le cordon secteur trop court.

C. Bugeat

AUTO POWER OFF
SHARP
PC-1500
POCKET COMPUTER
SHIFT
POWER
OFF
BREAK
ON
CL
MODE
SPACE
ENTER

TEST

LES JEUX DANS LA POCHE

Avec son imprimante quatre couleurs et sa mémoire modulaire, le Sharp PC1500 ne manque pas d'ambitions.

Dans un monde où se bousculent les micro-ordinateurs amateur qui veulent rivaliser avec les «grands» en proposant, sur récepteur TV, des visualisations alphanumériques, graphiques et couleurs, où les tailles mémoire se comptent par dizaines de kilo octets, le Sharp PC 1500, avec son aspect de «calculette» de poche, fait un peu misérable. Nous allons voir qu'il n'en est rien et que les possibilités offertes permettent à cette machine de trouver une place de choix chez tout amateur digne de ce nom mais aussi chez de nombreux professionnels pour lesquels sa portabilité totale ne constitue pas un de ses moindres atouts. Mais ne déflorons pas plus le sujet et commençons par le commencement.

Généralités

Le Sharp PC 1500, ordinateur de poche dit la notice, est bel et bien un micro-ordinateur digne de ce nom, disposant sur son boîtier de tous les éléments nécessaires pour pouvoir travailler. En effet, son affichage multi-caractères à cristaux liquides lui permet de se passer de récepteur TV. Comme l'immense majorité des micro-ordinateurs actuels, et contrairement à ce que son aspect «calculette» pourrait faire croire, le PC 1500 travaille en BASIC et même en très bon BASIC.

Le boîtier, de dimensions très modestes puisqu'il ne mesure que 195 mm de long sur 86 mm de large pour une épaisseur de 25 mm, a sa face supérieure occupée en majeure partie par le clavier ou, plus exactement, les claviers. En effet, on distingue deux zones bien délimitées, l'une numérique (à droite) et l'autre alphanumérique (à gauche), reproduction en miniature d'un véritable clavier ASCII en présentation QWERTY.

La partie haute de cette face supérieure est occupée par un affichage à cristaux liquides comportant 26 matrices de 5 points sur 7 points, d'où une capacité d'affichage de 26 caractères simultanés en mode alphanumérique et de 7 x 156 points en mode graphique. De plus, certains symboles existent dans la partie haute de cet affichage pour rappeler les états dans lesquels peut se trouver le PC 1500.

Sur une face latérale, dissimulée derrière une trappe de protection en plastique, une prise à 60 points laisse présager la possibilité de connecter cet appareil à des extensions dont nous vous parlerons. Sous l'appareil, et hormis le compartiment à piles, une petite trappe (eh oui ! encore une) donne accès à un emplacement vide muni d'un minuscule connecteur doré. Cet emplacement permet d'enficher des extensions mémoire vive de 4 K octets ou 8 K octets. Enfin, au fond d'un trou le protégeant des manipulations accidentelles ou de mains inexpertes, l'on trouve un poussoir de «reset».

Un peu de technique

Ce micro-ordinateur, entièrement réalisé en technologie CMOS, ne consomme qu'un courant très faible. La présence de l'affichage à cristaux liquides permet de maintenir cette consommation à un niveau très bas et il faut reconnaître qu'en ce domaine les ingénieurs de chez Sharp ont fait du beau travail. On ne regrette quasiment pas que l'appareil travaille sur piles tant sa consommation reste faible ce qui permet de le laisser sous tension en permanence, les mémoires vives conservant alors le programme et les données enregistrées.

On remarquera, non seulement la compacité du système mais aussi le double clavier (numérique et alphanumérique).

La taille de mémoire vive disponible d'origine atteint 3,5 K octets et peut être étendue au moyen des petits blocs déjà évoqués à 7,5 ou 11,5 K octets. Même si cela apparaît un peu faible comparé aux tailles mémoires de certains autres micro-ordinateurs amateurs, c'est tout à fait satisfaisant pour l'usage que l'on peut avoir de cette machine.

Les touches du clavier sont de vraies touches qui s'enfoncent sous la pression du doigt en produisant un déclic permettant de s'assurer de la bonne prise en compte de la commande. Personnellement nous avons trouvé la frappe sur ce clavier très agréable, d'autant plus que sa disposition identique à celle d'un «vrai» clavier informatique (à quelques touches près) évite une recherche fastidieuse.

Si vous avez le courage de démonter la «chose», ce que nous vous déconseillons, vous constaterez que les technologies les plus modernes ont été employées. Sur deux circuits imprimés en verre époxy à trous métallisés reliés entre eux par deux morceaux de circuit imprimé souple, se remarque une profusion de circuits intégrés en boîtiers «flat pack». Il faut dire que la commande de l'affichage nécessite, à elle seule, quatre boîtiers de plus de 40 pattes ! Les résistances et les condensateurs sont de minuscules pavés analogues à ceux que l'on emploie dans les circuits hybrides et qui commencent, vu la compacité des matériels, à faire leur entrée dans le domaine grand public. Seuls deux circuits intégrés en boîtier «dual in line» (le boîtier classique auquel vous êtes habitués) font figure de monstres...

Une technologie ultra moderne donc, qui ne devrait pas poser de problème de fiabilité, le nombre de connexions mobiles étant quasiment nul. Si l'appareil ne reçoit pas de coups violents et si vous ne lui appliquez pas des tensions d'alimentation prohibitives (utilisation d'un bloc secteur non adapté par exemple), sa durée de vie devrait s'avérer confortable.

La prise en mains

Comme à l'accoutumée, et malgré la présence de deux grosses notices en français avec de nombreux exemples de programmes, nous avons essayé d'utiliser le PC 1500 sans en avoir lu une seule page si ce n'est celle indiquant comment mettre les piles. Et, surprise,... nous avons réussi à utiliser l'appareil sans trop nous faire insulter par des ERROR XX IN YY. L'aspect futile de cette remarque ne doit pas vous faire oublier l'essentiel de sa signification; en effet, le fait d'utiliser le PC 1500 sans avoir lu sa notice, prouve qu'il travaille dans un BASIC normal malgré les restrictions que son affichage limité pouvait faire craindre.

Pour exploiter toutes les possibilités de l'appareil, et pour connaître la signification de toutes les indications de l'affichage et de tous les modes de fonctionnement, nous avons ensuite lu le mode d'emploi et, sans avoir fait d'effort majeur, en une soirée, nous étions à même d'exploiter l'appareil sans difficulté hormis un petit rappel à l'ordre de temps à autre. En dehors de l'aspect micro-ordinateur et, donc, programmation et exécution des programmes, le PC 1500 sait aussi fonctionner comme une «vulgaire» calculette scientifique. Ce mode d'utilisation se révèle tout aussi facile à mettre en œuvre que la programmation en BASIC et son seul défaut, mais il est imposé par la limitation du nombre de touches du clavier, est qu'il faut frapper en toutes lettres les fonctions scientifiques (S, I, N pour sinus) mais ce n'est pas bien gênant.

La notice, nous l'avons dit, se compose de deux gros manuels (de plus de 150 pages) en français (presque bon !) : l'un est consacré au mode d'emploi proprement dit alors que l'autre est une vraie mine de programmes très divers utilisant au maximum les possibilités particulières du PC 1500. Qui plus est, ces programmes sont commentés et leur mode de réalisation ainsi que l'algorithme utilisé sont présentés. Un très bon point donc pour l'aspect pédagogique de ce manuel de programmes. Pour le mode d'emploi proprement dit, nous serons un peu plus réservés car s'il convient très bien à des novices en micro-informatique, l'utilisateur déjà familiarisé avec les instructions BASIC a du mal à trouver rapidement ce qu'il cherche. De plus, certaines fonctions ne sont, à notre avis, pas assez documentées et il faut expérimenter pour voir ce qui se passe dans certains cas.

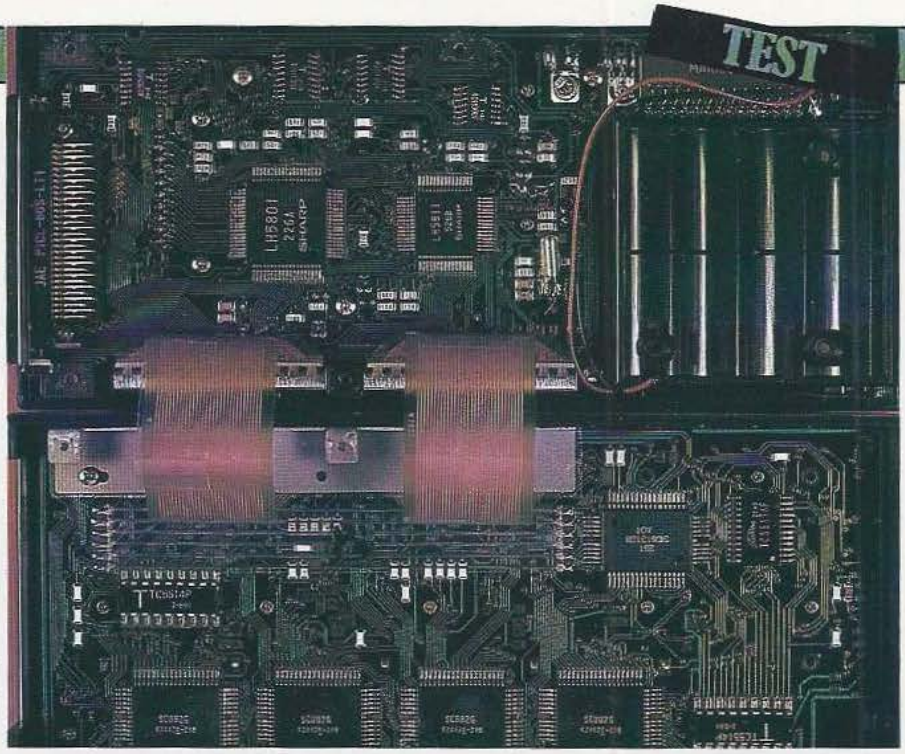
En résumé, nous pouvons dire que la prise en main du PC 1500 s'avère très facile. Il ne faut surtout pas la confondre avec celle des calculatrices programmables, quelle qu'en

soit la marque d'ailleurs; en effet, le PC 1500 travaille en BASIC et non avec un langage ésotérique comme celui utilisé sur ces calculettes; de plus les touches ne sont pas multifonctions et l'affichage est alphanumérique et complet : tout cela aide énormément.

Le logiciel

Nous l'avons déjà dit, le PC 1500 travaille en BASIC mais pas n'importe quel BASIC; en effet, toutes les instructions des BASIC complets sont présentes sur cet appareil, plus quelques autres propres à la structure de la machine et à l'imprimante qui peut lui être associée. Toutes les instructions permettant de manipuler des chaînes de caractères sont là, LEFT$, MID$, RIGHT$, VAL, CHR$, STR$. Des instructions un peu moins courantes sont aussi disponibles telles ASC qui donne le code ASCII d'un caractère; DMS qui convertit les degrés décimaux en degrés, minutes, secondes, INKEY$ bien connue des possesseurs de ZX 81 ou Spectrum; mais aussi DEGREE et RADIAN qui permet de choisir le mode de travail avec les angles; et bien d'autres...

Pour s'accommoder de l'affichage du PC 1500 qui ne dispose que d'une ligne de caractères, l'instruction PRINT a été aménagée et, associée à WAIT, elle devient un PRINT avec pause automatique de durée réglable entre quelques dixièmes de secondes et 17 minutes permettant de faire défiler automatiquement tout un texte ou toute une suite de résultats sans avoir à manipuler quoi que ce soit. Non content de cela, ce PRINT dispose aussi du mode PRINT USING permettant de formater les présentations de résultats. Les instructions de travail sur des données existent aussi et l'on trouve les READ, DATA et RESTORE classiques, de même que l'on dispose du GOTO calculé (le fameux ON expression GOTO ligne, ligne, etc.). Des instructions permettent à tout moment de savoir la place encore disponible en mémoire, de même que les possibilités de verrouillage du PC 1500, dans un mode ou un autre, sont proposées.



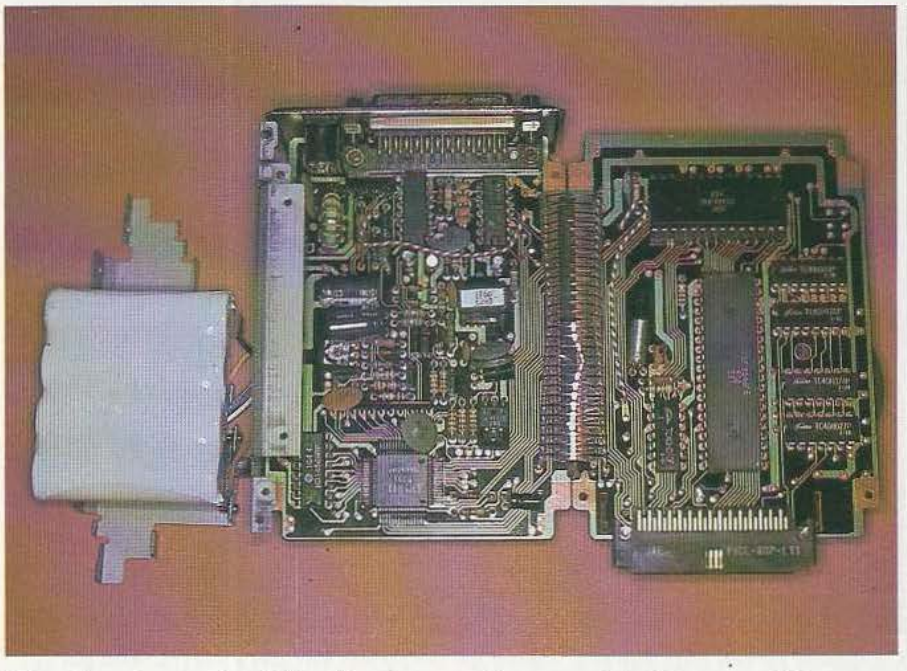
Un double circuit imprimé regroupant de nombreux circuits intégrés «flat pack».

Lors de l'exécution d'un programme, les variables utilisées et les résultats obtenus peuvent être mémorisés dans la machine et restent donc disponibles en permanence, même après de longues périodes d'arrêt puisque la RAM est toujours sous tension. De même, il est possible de définir des variables et de leur affecter une valeur, indépendamment de tout programme, celles-ci seront conservées tant qu'elles n'auront pas été annulées volontairement ou tant que l'on ne changera pas les piles. Une horloge interne, pilotée par quartz, est accessible, tant en mode immédiat pour connaître l'heure, qu'à partir d'un programme. Cette horloge indique le mois, le jour, l'heure, les minutes et les secondes, Elle fonctionne en permanence tant que les piles ne sont pas enlevées.

Si vous avez lu cette présentation avec attention, vous avez dû remarquer que nous n'avons pas parlé de sauvegarde des programmes sur cassettes. Cette possibilité existe pourtant mais n'est pas accessible avec le PC 1500 seul; il faut obligatoirement lui adjoindre le berceau imprimante + interface cassette. Des instructions sont cependant présentes dans le BASIC et il est possible de sauvegarder un programme ou des données sur cassette en leur affectant un nom pouvant comporter jusqu'à 16 caractères; programme ou données qu'il est ensuite possible de charger à nouveau en mémoire, bien sûr. Enfin, d'autres instructions existent mais ne sont pas utilisables avec le PC 1500 de base; ce sont celles concernant l'imprimante telles les classiques LPRINT (PRINT sur imprimante) ou LLIST (LIST sur imprimante) mais aussi des instructions plus surprenantes comme : COLOR, CSIZE, GRAPH, LCURSOR, GLCURSOR, etc. L'imprimante du PC 1500 est, en effet, couleur et graphique comme nous allons le voir. En résumé donc, un excellent BASIC, très bien adapté aux possibilités de l'appareil et permettant (presque) d'oublier la petite taille de l'affichage.

Les extensions

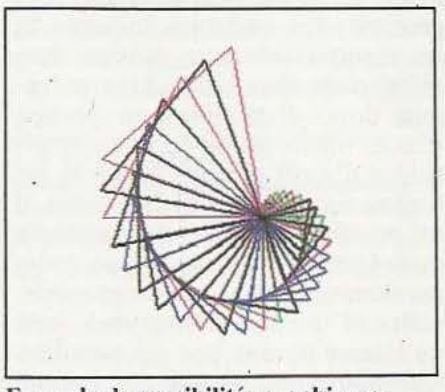
Si le PC 1500 de base est très intéressant, il prend toute sa dimension avec une extension principale constituée par le berceau imprimante + interface cassette. Pourquoi ce terme de berceau ? Parce que, comme le montrent les photos, le PC 1500 se verrouille en un tournemain sur celui-ci qui lui offre un support mécanique, d'une part, et une connexion très fiable avec l'imprimante qu'il comporte et l'interface cassette associée, d'autre part. Sur ce berceau, le PC 1500 dispose



L'imprimante ouverte : à l'arrière, le connecteur pour interfaçage parallèle.

en premier lieu d'une interface cassette classique, ressemblant à tout ce que savent faire les micro-ordinateurs actuels si ce n'est qu'elle dispose, en plus, de deux sorties de télécommande permettant de mettre en marche et d'arrêter, sous contrôle du PC 1500, deux magnétophones. Il faut, bien entendu, que ceux-ci disposent d'une commande marche/arrêt électrique mais c'est le cas de la majorité des appareils, même de bas de gamme. Pourquoi deux lignes de télécommande ? Pour plusieurs raisons mais, à notre avis, la meilleure utilisation que l'on puisse faire de ces lignes est d'employer deux magnétophones de bas de gamme, l'un en lecture et l'autre en enregistrement, chacun étant télécommandé par le PC 1500 selon que vous souhaitez sauvegarder des programmes sur cassette ou, au contraire, en charger en mémoire.

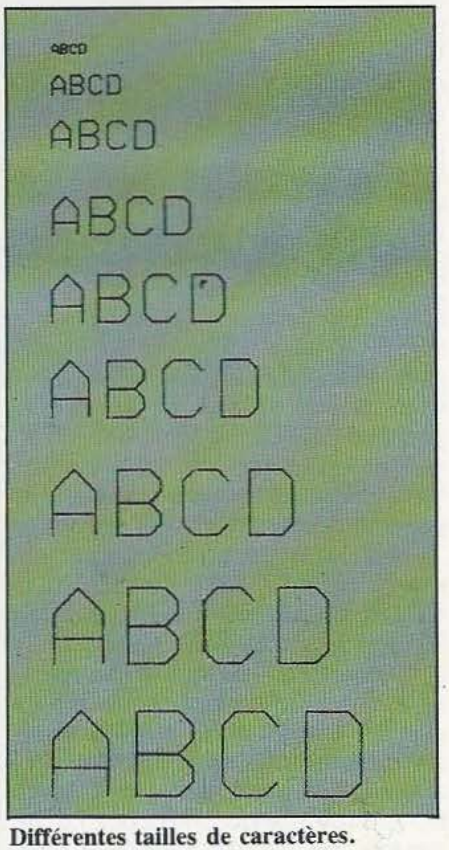
Le berceau, comme nous l'avons dit, supporte aussi une imprimante. Malgré son aspect un peu simple, cette imprimante n'est pas banale; en effet, elle dispose de possibilités graphiques et couleurs et utilise du papier normal qu'elle peut faire défiler en avant (c'est normal) mais aussi en arrière. La technologie employée sur cette machine est originale puisque la tête d'impression comporte quatre petits stylos à bille



Exemple de possibilités graphiques.

interchangeables, tous de couleurs différentes, et que l'impression se fait au moyen d'un poussoir qui appuie le stylo sélectionné sur le papier au moment opportun, ce dernier (le papier) accomplissant des déplacements avant-arrière pour dessiner le caractère. Ce n'est pas très rapide mais les caractères produits sont très jolis et, bien sûr, ce procédé permet de faire du graphique tout à loisir.

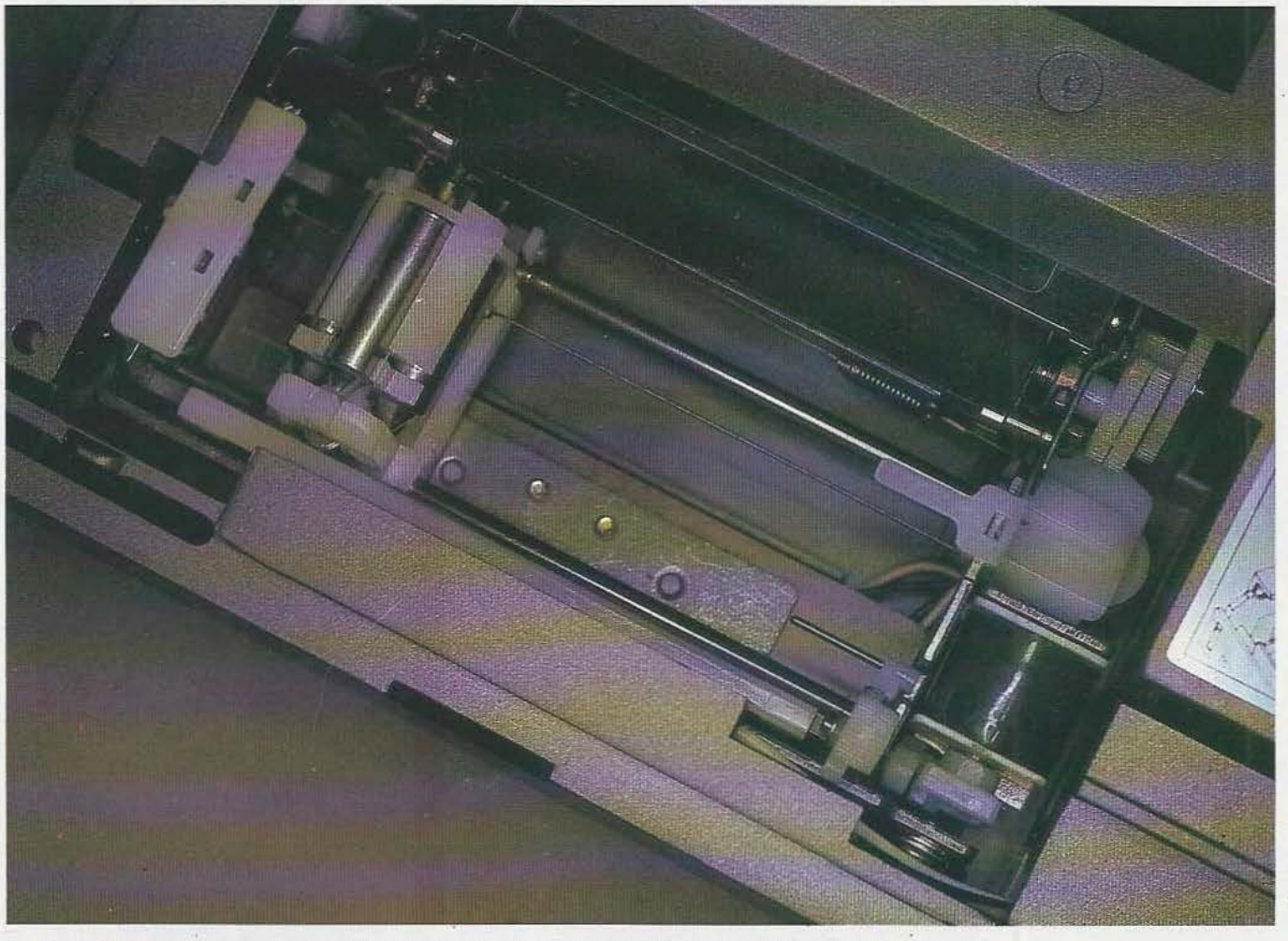
Le fonctionnement de cette imprimante, qui travaille sur du papier ordinaire en rouleau de 55 mm de large, se révèle irréprochable. Tout au plus est-elle gourmande en énergie. Heureusement, le berceau comporte des batteries cadmium/nickel rechargeables, assez peu performantes cependant puisqu'il leur faut 10 heures de charge pour



Différentes tailles de caractères.

faire fonctionner l'imprimante de façon intensive pendant 50 minutes à peine.

Les instructions BASIC que nous évoquions précédemment sont très bien adaptées aux possibilités de l'imprimante, tant au niveau alphanumérique que graphique et l'exploitation de l'imprimante dans des programmes ne pose aucun problème d'autant que le manuel déjà évoqué donne de multiples exemples. Au point de vue graphique, tout est possible puisque la machine dessine littéralement, et au point de vue alphanumérique, l'on dispose de neuf tailles de caractères différentes. Deux petits exemples vous sont d'ailleurs donnés dans ce banc d'essai : l'un présente les neuf tailles de caractères, l'autre un modeste échantillon des possibilités graphiques. Pour en finir avec ces extensions, précisons qu'une prise est disponible en face arrière du berceau pour connecter d'autres extensions telles que, par exemple, une interface parallèle au standard Centronics pour une «grosse» imprimante ou une interface série aux normes RS 232. L'ensemble PC



La tête d'impression comporte quatre petits stylos de couleurs différentes, montés sur un barillet.

1500 et son berceau trouvent leur place dans une malette fonctionnelle qui permet de transporter aussi des rouleaux de papier, des stylos de rechange et une interface ou le bloc secteur destiné à charger les batteries du berceau. Des orifices pour les prises à destination du magnétophone ont été aménagées dans cette malette qui reçoit le berceau et le PC 1500.

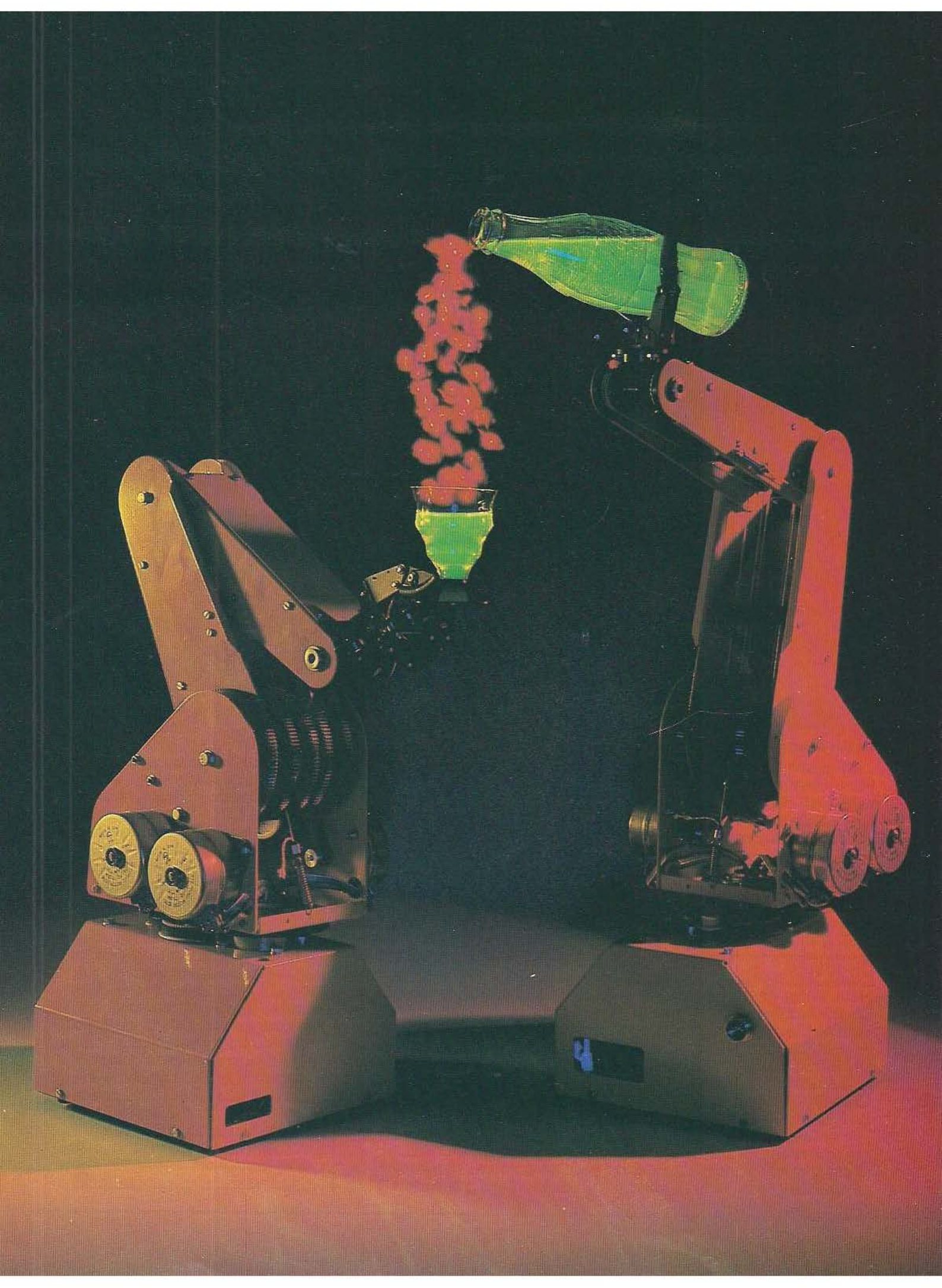
Conclusion

Nous avons déjà eu l'occasion de faire de nombreux bancs d'essais de micro-ordinateurs et nous fûmes rarement déçus mais aussi rarement enchantés, la majorité des matériels se classant dans la bonne moyenne. En ce qui concerne le PC 1500 associé à son berceau imprimante, nous serons beaucoup plus enthousiastes car nous avons réellement apprécié le matériel et ses possibilités. Cet enthousiasme ne nous est d'ailleurs pas propre puisque nous savons que le PC 1500 est utilisé professionnellement ce qui reste tout de même une référence.

Indépendamment de cela, tout n'est pas parfait et il faut reconnaître que le PC 1500 seul, pour intéressant qu'il soit, se trouve très vite limité du fait de l'absence, en lui-même, d'interface cassette, ce qui impose donc à celui qui désire utiliser l'appareil confortablement, d'acquérir l'appareil et son extension : c'est un peu cher, surtout en comparaison avec un Oric 1, un Spectrum ou un équivalent. Bien sûr, ces derniers n'ont pas cette portabilité totale ni l'imprimante couleur graphique intégrée; ce ne sont pas, non plus, des machines destinées aux mêmes applications que le PC 1500. Globalement nous demeurons donc très satisfaits de cet appareil muni de son berceau d'extension, les seules critiques à formuler portant sur le prix de revient d'une part et le manuel d'utilisation d'autre part, un peu pénible pour quelqu'un qui connaît déjà le BASIC, un défaut compensé, il est vrai, par l'excellent manuel d'exemples.

Le PC 1500 était, jusqu'à ces derniers temps, le seul de sa catégorie sur le marché; des produits du même type commencent à arriver, ce qui ne peut que créer une saine émulation et stimuler l'imagination des constructeurs. Possesseurs de PC 1500, rassurez-vous cependant, votre appareil a encore de beaux jours devant lui et, de toute façon, l'important n'est pas tant l'ordinateur que le programmeur qui le manipule; tout au plus une bonne machine peut-elle aller plus vite ou faciliter la vie de son utilisateur mais rien ne peut remplacer un bon programmeur... ■

C. Bugeat



BRAS DE FER

Les robots à prix abordables sont rares. Celui de Multisoft combine faible prix et solutions astucieuses.

Né d'un mariage entre un robot industriel et une grue pour enfant, le micro-robot Multisoft, développé et commercialisé depuis juin 82, a su se tailler une certaine part du marché de la recherche, de l'enseignement, des laboratoires et de l'industrie légère. Depuis ses premiers pas, il n'a cessé de s'enrichir de nouveaux développements et il flirte depuis peu avec une micro-caméra de reconnaissance de forme ce qui le propulse, du coup, dans la catégorie «Intelligence artificielle».

La mécanique

Posé sur un socle carré de 18 cm de côté, il mesure 72 cm de haut, bras tendu. La motorisation est assurée par 6 moteurs pas-à-pas, et l'ensemble de la transmission par des rouages en Delrin, des courroies crantées et des câbles en Kevlar.

Avec 5 degrés de liberté, il balaye une demi-sphère de 96 cm de diamètre, à l'intérieur de laquelle ses trois doigts autorisent la saisie d'objets divers.

Sa précision de répétabilité (± 2 mm) et ses 5 degrés de liberté lui interdisent certaines applications très fines. J'accorderai, en revanche, une mention spéciale à la cinématique, qui permet d'animer le coude et le bras tout en conservant un angle constant entre la main et la verticale. L'intérêt de ce système apparaît évident lorsqu'on veut programmer le déplacement d'un verre d'eau, par exemple. Cette astuce mécanique, qui allège considérablement la programmation d'un grand nombre de tâches, est comparable dans son principe à l'articulation d'une lampe d'architecte. L'ensemble est très facilement démontable, mais la trousse à outils qui fait partie de la version de base semble s'appauvrir au fil des mois, quel dommage !

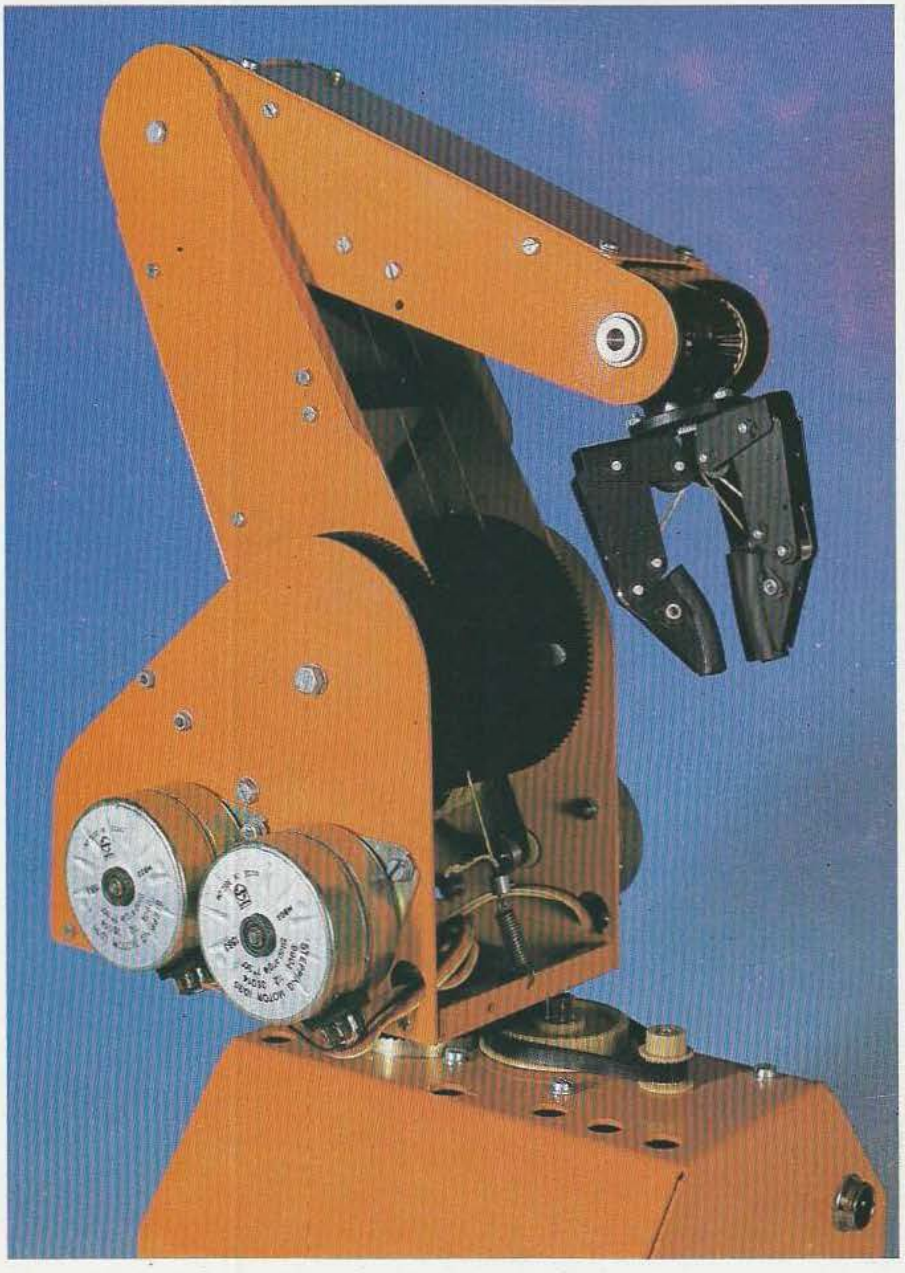
L'électronique

L'alimentation, vendue séparément, fournit une tension de 14 V et une intensité de 5 A. L'ondulation ne doit pas dépasser 1 V crête à crête. En bref, rien de difficile pour les bricoleurs qui veulent réaliser une petite économie. Quant à l'interface elle est «bufférisée» et de type bi-directionnel 8 bits. Ce qui signifie que l'ordinateur peut envoyer des ordres d'avance aux commandes des moteurs, mais qu'il peut aussi recevoir les informations du robot, en provenance de capteurs de position, de force, de proximité, ou d'une caméra.

Le programme

Ce robot a été connecté à un ordinateur DAI pour le test. Le programme se charge deux fois : la première partie (gestion de l'écran) est en Basic et pour des raisons évidentes de rapidité la seconde partie (gestion des moteurs) est traitée en langage machine. Pour un programme de ce prix, on aurait pu s'attendre à la présence d'un «loader» ! Il est cependant relativement complet et permet d'utiliser le robot en commande manuelle (3 vitesses), ou en apprentissage (3 vitesses également).

La commande «apprentissage» possède un éditeur assez souple qui permet de modifier ou tester des données, de commander plusieurs moteurs simultanément, de programmer des temps de pause, etc.



Notez la disposition latérale de quatre des moteurs.

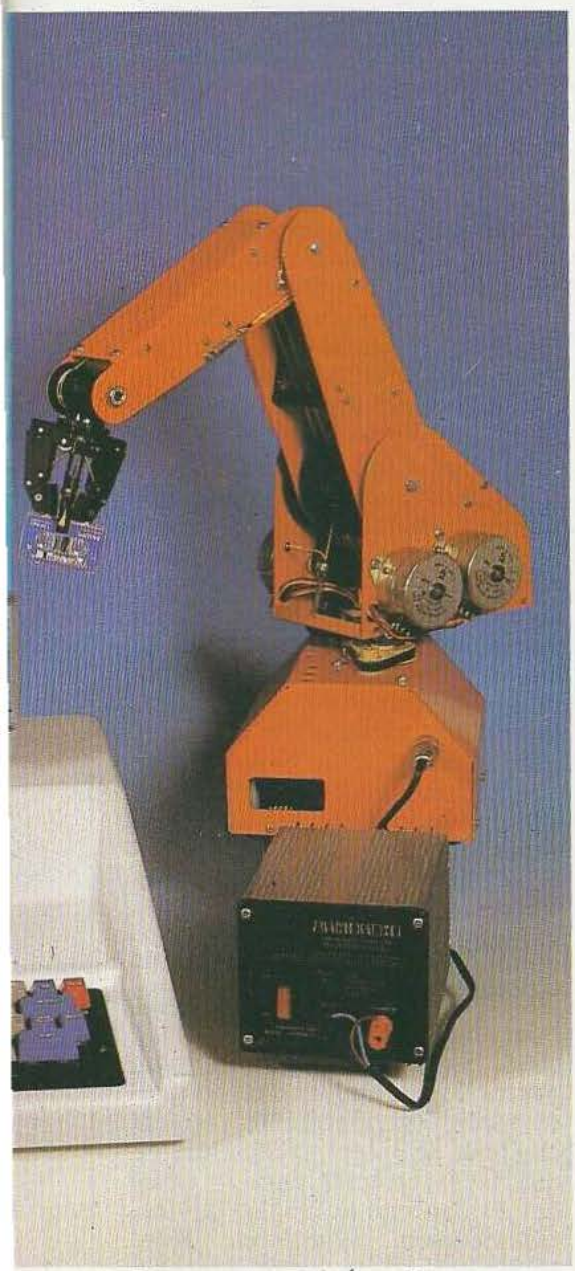
Le robot piloté, ici, par un ordinateur DAI.

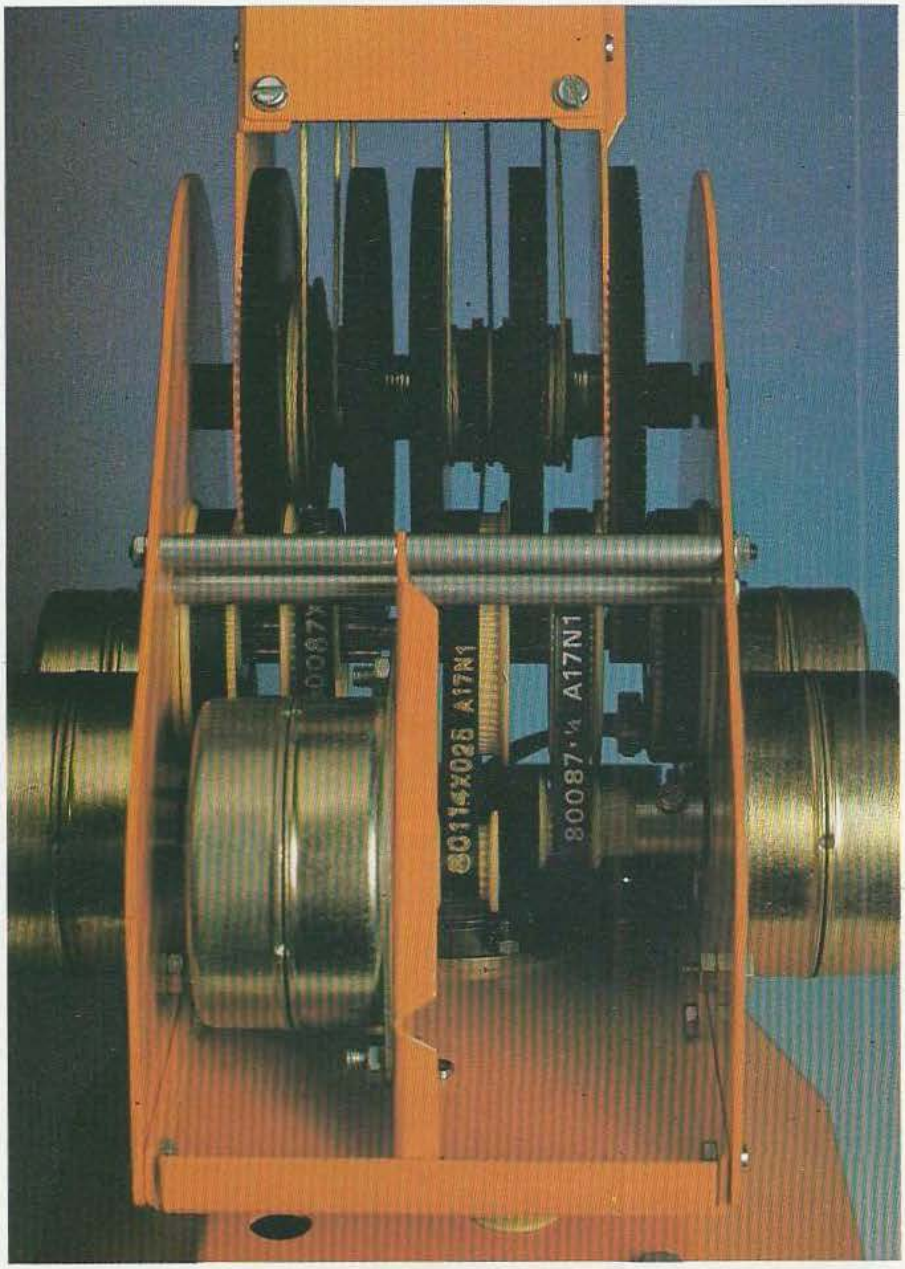
Toutefois ce programme, tel qu'il est conçu, ne fait pas de calcul de trajectoire, et, pour les trajectoires complexes, il est nécessaire de procéder par tâtonnements successifs. Multisoft propose des programmes pour un grand nombre de micro-ordinateurs (Apple, DAI, CBM, TRS et.. le ZX-81) mais ils ne sont pas tous équivalents.

Il est également possible d'obtenir, pour un coût réduit, les listings de ces programmes. Sachez toutefois que la programmation d'un logiciel d'apprentissage est relativement simple et que le manuel d'utilisation est suffisamment complet pour vous permettre de le réaliser vous-même. Mais, maintenant, vous brûlez sans doute de savoir comment tout cela fonctionne...

Le robot est commandé par 8 bits. Le premier bit est un bit de validation sur flanc descendant. Il devra donc être tantôt à 0 tantôt à 1. Les 3 bits suivants sont des bits d'adressage moteur. Il suffit donc d'assigner une touche de votre ordinateur pour chacun des moteurs. Les 4 bits suivants sont les bits d'adressage des bobines : il suffit donc d'adresser ces bobines successivement pour faire tourner le moteur . Attention : l'ordre des pas doit être strictement respecté. Ainsi, pour adresser le moteur 1 et pour le faire avancer de 4 pas, vous enverrez sur le port parallèle de votre ordinateur les données du tableau 1.

Lorsque vous êtes capable de déplacer un moteur en appuyant sur une touche de votre ordinateur, il suffit pour transformer cette commande manuelle en commande d'apprentissage, de mémoriser la





Vus de l'arrière, les moteurs et les organes de transmission.

Bit de validation	Adresse moteur	Pas	
1	001	1100	pas 1,
0	001	1100	moteur 1
1	001	1001	pas 2,
0	001	1001	moteur 1
1	001	0011	pas 3,
0	001	0010	moteur 1
1	001	0110	pas 4,
0	001	0110	moteur 1

Tableau 1 : commandes moteurs.

première séquence bobine, le numéro du moteur, le sens de rotation des moteurs, et le nombre de pas effectués. Vous pouvez également prévoir un éditeur, des rampes d'accélération, etc.

Le manuel

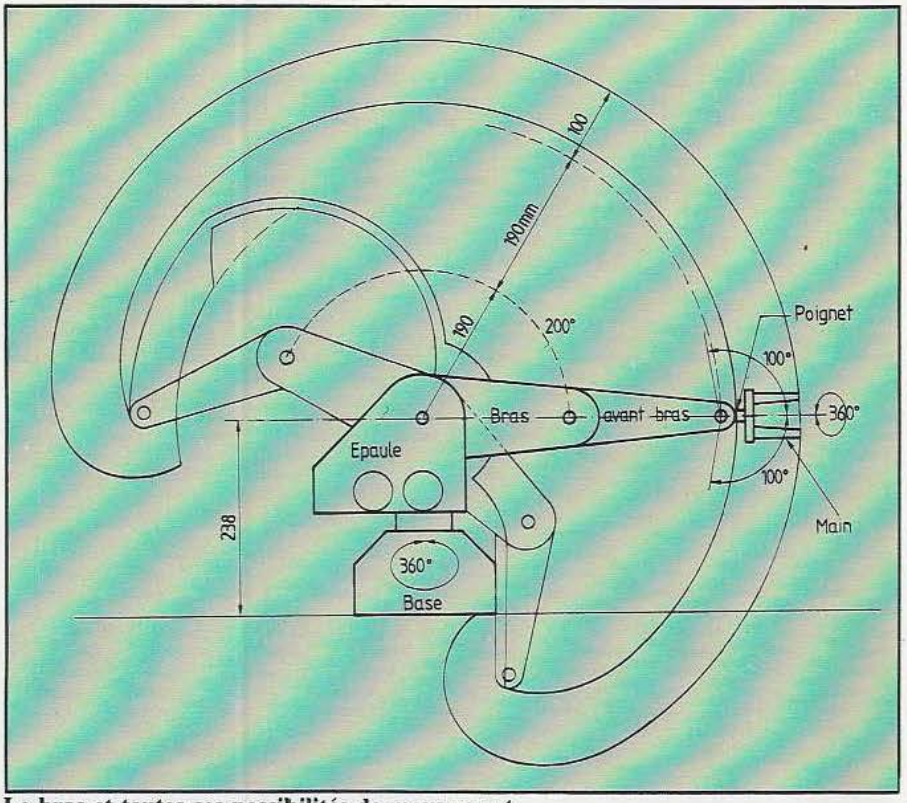
Une mention «bien» pour le manuel en Français, très complet, qui facilite considérablement la mise en route. Une série de mentions «très bien» au plan :

— mécanique : sa conception rend la maintenance très aisée,

— interface (pour réaliser une économie ou pour les passionnés d'électronique),

— des différentes explications sur les commandes du robot, des conseils de programmation (suffisamment complets pour pouvoir réaliser un programme soi-même).

Pour ceux qui ne se laissent pas impressionner par les subtilités de l'électronique et de l'informatique, la possibilité de réaliser soi-même l'alimentation, l'interface, le programme pourra constituer une économie appréciable.



Le bras et toutes ses possibilités de mouvement.

Caractéristiques de commande				
Raccordement de puissance		12-15 V, 5 A permanent protégé.		
Ordinateur de commande		tout micro-ordinateur avec interface parallèle 8 bits.		
Informations des capteurs		via le port 8 bits bidirectionnel (7 canaux pour position force ou proximité) ou via entrées analogiques.		
Sorties de commandes auxiliaires		2 sorties prévues sur l'interface parallèle (par ex. pour système de préhension magnétique).		
Capacité mémoire		minimum 16 K octets pour un programme d'apprentissage.		
Commande des moteurs		point par point, ou trajectoire multi-axes (250 phases d'apprentissage).		
Dialogue		interactif via l'écran du micro-ordinateur.		
Mémorisation		tout support (cassette, disquette, etc.).		
Caractéristiques mécaniques				
Rayon d'action		480 mm.		
Précision de répétabilité		± 2 mm.		
Charge à basse vitesse		300 g		
Sécurité contre surcharge		par ressorts et glissement du moteur		
Base		180 x 180 mm		
Masse robot		4,5 kg		
Main		3 doigts ou autre option		
Motorisation		6 moteurs pas-à-pas		
Cinématique de transmission		réduction par courroies crantées		
Niveau de bruit		< 60 dBA.		
Température de travail		10° à 30 °C		
Axe / Moteur		**Plage d'action**	**Vitesse maxi**	**Angle par demi-pas**
Rotation base	I	360°	46°/seconde	0,115°
Epaule	II	200°	32°/seconde	0,081°
Coude	III	195°	32°/seconde	0,081°
Poignet	IV	200°	46°/seconde	0,115°
Rotation main	V	360°	46°/seconde	0,115°
Doigts	VI	0-80 mm	12 mm/s	0,026 mm

Les extensions

Avec ce robot sont proposées plusieurs extensions :

— les manipulateurs : pour commander le robot à distance sans utiliser le clavier de l'ordinateur (pas vraiment indispensables),

— le kit de remise à zéro : ce sont des «switchs» tout ou rien qui changent d'état à chaque fois qu'un axe revient à sa position initiale (cette extension est indispensable si l'on envisage une application industrielle),

— la pince à serrage parallèle : entre-nous, elle pourrait être proposée au choix dans la version de base,

— la caméra de reconnaissance de forme Ulysse : ce système interconnecté avec le robot, autorise la manipulation d'objets reconnus par une caméra de type CCD et un micro-processeur Z 80. Ce système permet de reconnaître n'importe quel objet grâce à 8 paramètres traités presque simultanément. Le système comprend : une caméra de type CCD en matrice 32 x 32 (quelques grammes) et une carte processeur complète avec circuit de visualisation et de communication.

Conclusion

Pour un prix relativement raisonnable — pour ce type de produit — on pourra donc disposer d'un outil intéressant tant pour l'enseignement que pour de petites applications industrielles rentrant dans le cadre des limites que le tableau des caractéristiques synthétise. Nous étudierons, dans notre prochain numéro, le système de reconnaissance de forme qui peut lui être adjoint et verrons alors comment l'intelligence vient aux robots... ■

A.G.

Prix indicatifs : le robot Multisoft avec son manuel d'utilisation : 9160 F ; interface parallèle 8 bits double précision : 1862 F ; alimentation : 937 F ; interface pour ZX 81 : 1068 F ; interface pour Apple II : 2016 F ; kit de mise à zéro : 1145 F ; programme de commande et d'apprentissage : 1153 F.

SOFT
SHARP PC 1500

NOMBRE DE JOURS ENTRE DEUX DATES

Comme son nom l'indique, le programme proposé aujourd'hui permet de calculer le nombre de jours compris entre deux dates. Ne souriez pas, car si cette opération est assez facile pour des dates proches, elle se complique un peu lorsque les dates s'éloignent et qu'interviennent les «irrégularités» de notre calendrier.

Nous vous proposons ce programme pour le micro-ordinateur de poche Sharp PC 1500 afin de vous montrer qu'une bonne exploitation de ses possibilités particulières (Pause, Beep, Wait) et son affichage à cristaux liquides multicaractères permettent de rendre la présentation et l'utilisation d'un tel programme très attractives. Le listing est cependant suffisamment simple pour que vous puissiez le convertir pour une autre machine si vous le désirez; il est d'ailleurs lui-même adapté de l'ouvrage «Some Common Basic Programs» de Lon Poole publié chez McGraw Hill.

Principe

Ce programme se compose de deux parties : un programme principal visible en figure 1 et un sous-programme qui fait tout le travail, visible en figure 2. Nous allons les commenter rapidement. Le programme principal sert essentiellement aux entrées de données pour lesquelles nous avons exploité au mieux les possibilités d'affichage du PC 1500; un Beep 1 étant, de plus, utilisé pour rappeler à l'utilisateur qu'il doit fournir une information.

Les données sont à entrer sous forme numérique, un test étant fait dans le sous-programme pour détecter les valeurs incohérentes (mois supérieur à 12 ou numéro de jour incompatible avec le nombre de jours du mois). L'année doit être frappée en entier même si les deux dates tombent dans la même année. Remarquez, de 160 à 170, le grand luxe pour ne pas mettre de S à JOUR si le nombre est 0 ou 1. Remarquez aussi, en 175, l'utilisation du WAIT pour maintenir le résultat affiché un moment (2 secondes environ avec 128) et passer à la suite sans avoir à manipuler ENTER.

Le sous-programme s'avère très simple, la majeure partie étant consacrée à la recherche du nombre de jours du mois grâce à la ligne 240 et au contrôle de la cohérence du numéro du jour avec le nombre ainsi trouvé. La ligne 360 contient les nombres de jours entre deux mois pleins dans une même année et le calcul proprement dit s'effectue à la ligne 410 dans laquelle il est tenu compte des années bissextiles et de leur absence tous les siècles.

En cas de détection de date incorrecte, un message s'affiche, le BEEP retentit plusieurs fois et un autre calcul vous est proposé. Comme nous n'avons pas voulu compliquer outre mesure ce programme, un résultat (faux) peut être affiché après l'impression du message de date incorrecte. Si cela ne vous plaît pas, à vos claviers pour ajouter le test nécessaire pour éviter cet inconvénient sans conséquence grave dans notre cas.

```
  5:PAUSE "JOUR EN
    TRE DEUX DATES
    "
 10:BEEP 1
 15:INPUT "JOUR PR
    EMIERE DATE ?
    ";J1
 20:BEEP 1
 25:INPUT "MOIS PR
    EMIERE DATE ?
    ";M1
 30:BEEP 1
 35:INPUT "ANNEE P
    REMIERE DATE ?
     ";A1
 40:INPUT "JOUR DE
    UXIEME DATE ?
    ";J2
 45:BEEP 1
 50:INPUT "MOIS DE
    UXIEME DATE ?
    ";M2
 55:BEEP 1
 60:INPUT "ANNEE D
    EUXIEME DATE ?
     ";A2
 70:M=M1
 75:J=J1
 80:A=A1
 85:GOSUB 240
 90:N=R
100:M=M2
110:J=J2
120:A=A2
130:GOSUB 240
140:N=R-N
150:BEEP 2
160:B$=" JOUR",C$=
    "S"
165:IF N<2THEN
    GOTO 175
170:B$=B$+C$
175:WAIT 128
180:PRINT N;B$
190:BEEP 2
200:INPUT "AUTRE C
    ALCUL (O/N) ?
    ";A$
205:IF A$<>"O"THEN
    490
210:GOTO 5
```

Figure 1 : Programme principal.

```
240:ON MGOTO 270,2
    90,270,350,270
    ,350,270,270,3
    50,270,350,270
245:BEEP 5
250:PRINT "DATE IN
    CORRECTE"
260:RETURN
270:IF J>31THEN 25
    0
280:GOTO 360
290:IF A/4<>INT (A
    /4)THEN 320
300:IF A/400=INT (
    A/400)THEN 330
310:IF A/100<>INT
    (A/100)THEN 33
    0
320:IF J>28THEN 25
    0
330:IF J>29THEN 25
    0
340:GOTO 360
350:IF J>30THEN 25
    0
360:DATA 0,31,59,9
    0,120,151,181,
    212,243,273,30
    4,334
370:RESTORE
380:FOR H=1TO M
390:READ R
400:NEXT H
410:R=R+A*365+INT
    (A/4)+J+1-INT
    (A/100)+INT (A
    /400)
420:IF INT (A/4)<>
    A/4THEN 480
440:IF A/400=INT (
    A/400)THEN 460
450:IF A/100=INT (
    A/100)THEN 480
460:IF M>2THEN 480
470:R=R-1
480:RETURN
490:END
```

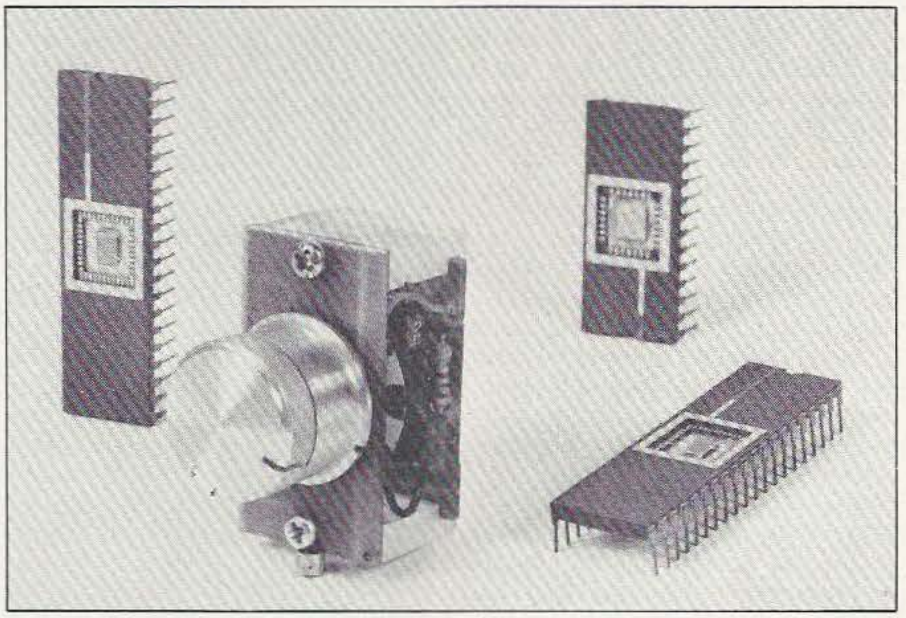
Figure 2 : Sous-programme.

Conclusion

Ce programme simple et sans prétention a plus pour objectif une initiation à l'utilisation du Sharp PC 1500 qu'une utilité réelle (lorsque vous aurez calculé le nombre de jours écoulés depuis votre naissance, vous serez lassé). Nous n'en resterons pas là et vous présenterons dans nos prochains numéros des programmes plus utiles prouvant ainsi, si c'est nécessaire, que la valeur d'une machine n'est pas liée à sa taille. ■

C. Tavernier

Il existe plusieurs types de codeur incrémental : celui dont nous vous proposons la réalisation livre deux informations essentielles pour l'étude d'un mouvement rotatif. L'une concerne la position, l'autre le sens de la rotation. L'utilisation de composants optiques travaillant dans l'infrarouge servent fort bien les fonctions recherchées.

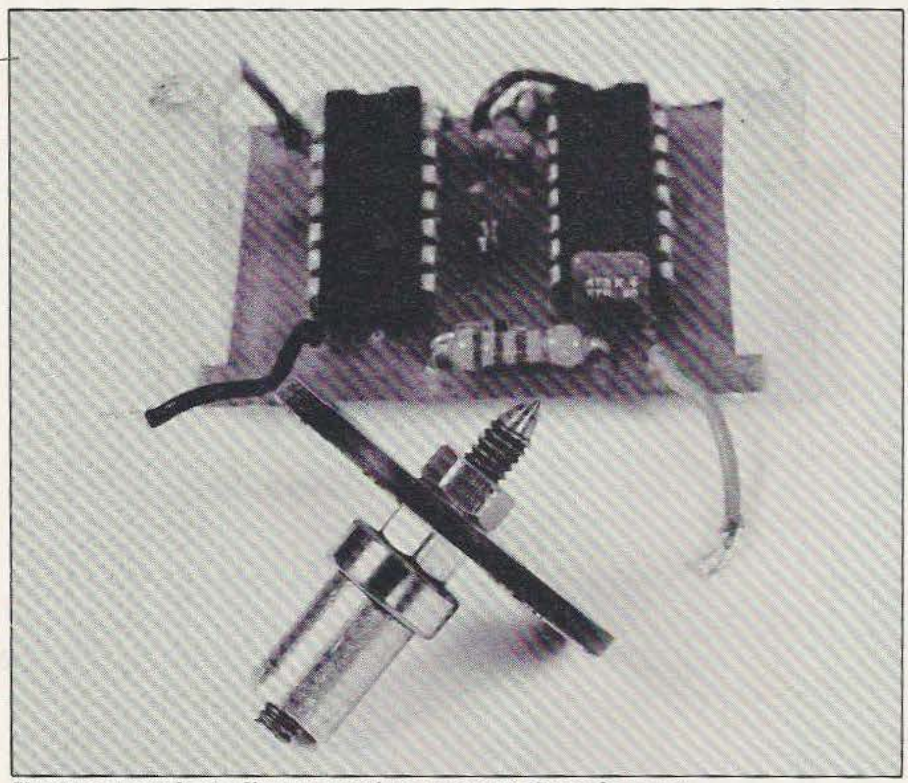


UN CODEUR INCREMENTAL

Le codeur incrémental, dont nous vous proposons la réalisation, peut servir d'interface entre la main et un microprocesseur, entre tout système mobile et un quelconque système logique, mais permet aussi de déterminer une position d'organe mobile par rapport à un capteur. Les utilisations de ce codeur, non seulement dans sa forme actuelle mais aussi extrapolée, sont multiples : on les rencontre dans des appareils grand public, par exemple pour sélectionner une station dans un tuner à synthétiseur en conservant un bouton de recherche rotatif. Un tel codeur délivre deux informations, l'une concernant la position relative (et non absolue) du bouton et l'autre le sens de sa rotation ou, dans un cas plus général, le sens du mouvement et une quantification de ce mouvement.

Principe

La figure 1 illustre le principe que nous appliquons dans notre codeur incrémental. Le disque représente une succession de plages blanches et noires correspondant à des 0 et des 1, cette représentation peut, en fait, se transposer à tout autre mode de détection que celle d'une couleur : par exemple un disque magnétique portant à sa périphérie une succession de pôles nord et sud sera lu par des détecteurs utilisant l'effet Hall mais on peut aussi faire appel à un détecteur haute fréquence placé devant les dents d'un engrenage... Prenons la situation actuelle représentée en figure 1 : le détecteur A se trouve à la jonction d'un 0 et d'un 1 tandis que B est au milieu de la plage blanche. Si le disque tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, le détecteur A verra une transition du noir au blanc, s'il tourne en sens



Vue transversale du disque monté sur son axe d'entraînement.

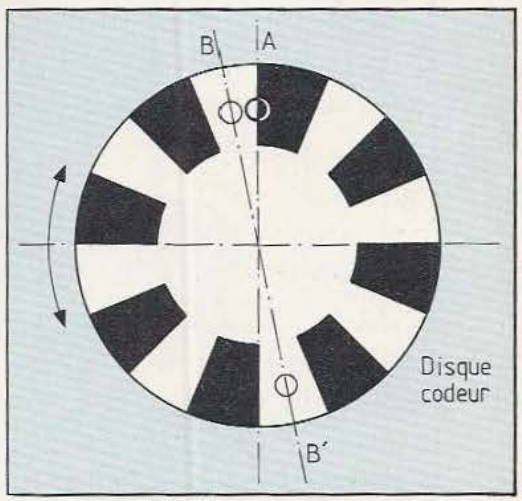


Fig. 1. Seize secteurs sur un disque de diamètre 24 mm, en pratique.

inverse, la transition sera du blanc au noir. Selon le sens de rotation, nous trouvons donc deux transitions de polarités opposées.

Notre codeur exploitera la polarité relative des transitions et de l'information «tout ou rien» délivrée par le détecteur B.

Une autre façon de voir le fonctionnement consiste à ne considérer que les transitions d'une polarité : avec la rotation dans le sens horaire, le capteur A voit un passage du blanc au noir pendant que B se trouve face à une zone claire; dans le sens inverse, la transition blanc/noir aura lieu lorsque le capteur B verra une zone noire. On crée alors une hystérésis de π (180°) évitant une incertitude dans le cas d'une vibration autour de la position du disque représenté en figure 1.

Sur cette figure nous avons représenté deux capteurs B et B', occupant tous deux une position géométrique différente mais, pratiquement, le fonctionnement demeure identique, cette disposition permettant simplement d'espacer des capteurs qui auraient eu du mal à se trouver côte à côte dans une réalisation miniaturisée.

Schéma de principe

En partant de ce dernier principe, nous avons établi un schéma de principe de codeur (figure 2), schéma paraissant peut-être complexe quant au nombre de ses opérateurs. En pratique, cependant, ils tiennent dans deux boîtiers DIL (Dual In Line). Le montage utilise un disque optique, que l'on peut confectionner facilement à partir d'un compas, de papier et d'encre de Chine (ou encre noire). Le disque de codage reprend la disposition angulaire du disque de la fig 1.

Nous utiliserons, pour détecter les plages blanches et noires, un détecteur optique miniature à réflexion que commercialise Siemens. Il s'agit d'un SFH 900 comportant, dans le même boîtier, une diode infra-rouge et un photo-transistor (brochage en figure 3) En face d'une plage noire, la plus grande partie de l'énergie infra-rouge sera absorbée et le photo-transistor ne recevra rien ou pas assez de signal pour commander le passage du courant collecteur. En revanche, face à la plage blanche, le photo-transistor se mettra à conduire. La tension de collecteur se développe le long de résistances dont la valeur sera éventuellement à adapter en fonction de la distance séparant le disque codeur du capteur à réflexion ou de la sensibilité de ce capteur. Les diodes LED, alimentées par une résistance de 330 Ohms, rayonnent suffisamment pour que les risques de perturbations venues de l'extérieur soient limités. Derrière le détecteur, nous avons placé un circuit de mise en forme identique pour les deux détecteurs. Cette mise en forme se fait par un sextuple trigger de Schmitt que l'on trouve sous diverses références selon qu'il s'agit d'une version CMOS ou TTL Shottky à faible puissance. La principale différence entre ces deux types de circuit, en ce qui nous concerne, est la nécessité d'un courant de commande entre base et entrée pour les circuits TTL (environ 0,2 mA), courant quasiment nul pour les circuits CMOS.

Ce courant d'entrée nous impose, pour le circuit de dérivation C1-R5, une valeur maximale pour la résistance R5 branchée entre la masse et l'entrée d'un circuit TTL LS. Les étages trigger servent à mettre en forme le signal de sortie des détecteurs de position : nous n'aurons

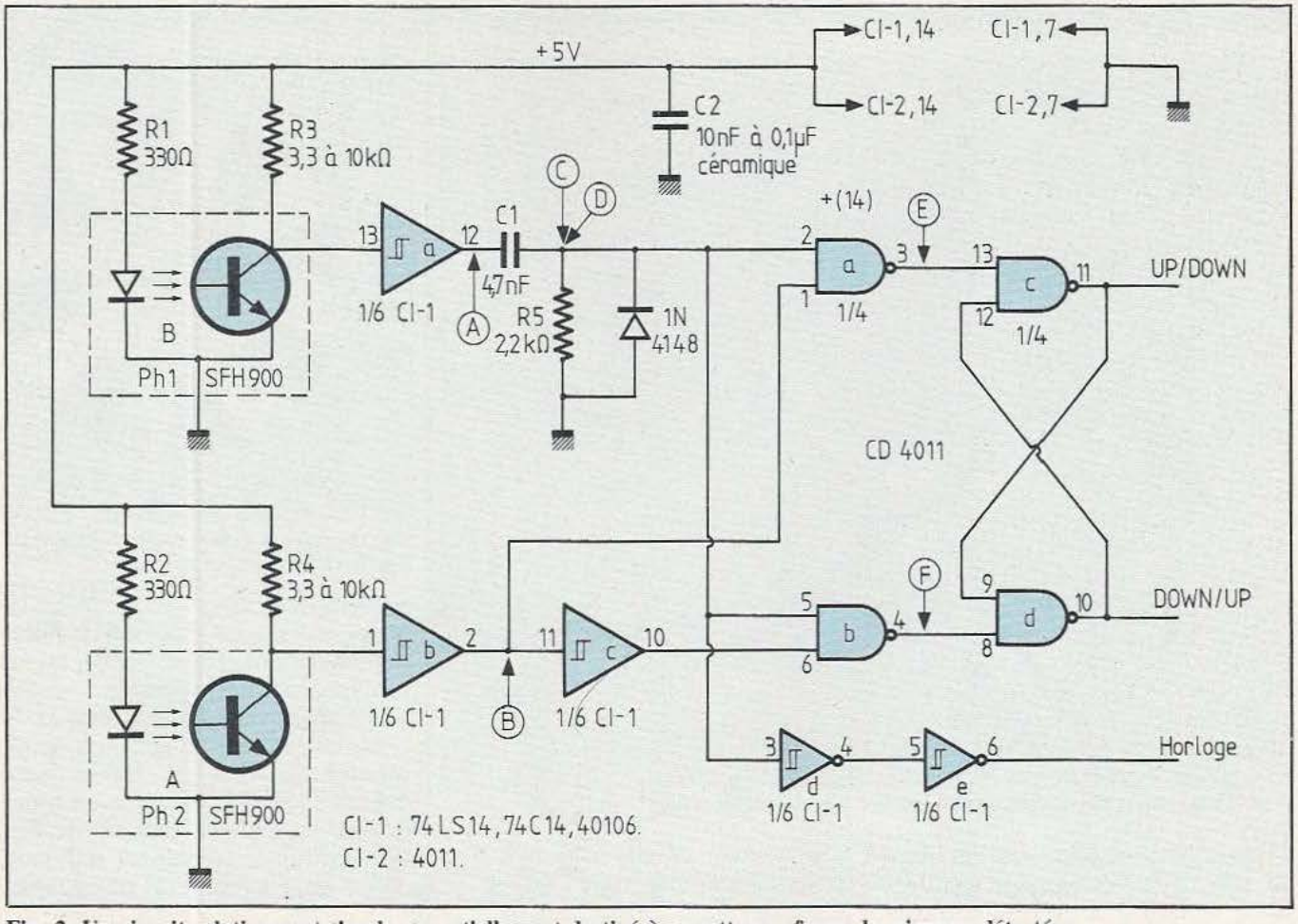


Fig. 2. Un circuit relativement simple, essentiellement destiné à remettre en forme les signaux détectés.

pas exactement une quadrature ni un rapport cyclique égal à 1 pour les signaux en sortie de trigger, l'essentiel étant que les transitions des capteurs A et B soient décallées.

Nous utilisons donc le capteur A pour produire un signal carré et le B pour les impulsions. Le trigger c inverse simplement le signal de sortie. Deux portes NAND reçoivent, d'une part, le signal du capteur A et, d'autre part, des impulsions positives.

Nous trouvons à ce niveau la discrimination du sens de rotation. Les portes NAND passent à 0 uniquement lorsque les deux entrées sont à 1, donc lors d'une transition positive; transition qui intervient dans un sens de rotation avec la sortie du trigger b positive et, dans l'autre sens, lorsqu'elle est égale à 0, d'où la présence de l'inverseur c. La figure 4 donne le diagramme de fonctionnement du système. et les signaux de sortie des portes NAND.

Derrière ces portes, nous avons installé une bascule de type RS constituée de deux portes NAND appartenant au circuit intégré utilisé pour la discrimination de sens.

Deux triggers permettent de constituer un circuit non inverseur qui délivre des impulsions d'horloge à un compteur tandis que les sorties UP/DOWN et DOWN/UP produisent un signal 0 ou 1 selon le sens de rotation.

Variante

Certains compteurs/décompteurs offrent deux entrées qui reçoivent, l'une des impulsions qui feront croître le contenu du compteur, l'autre des impulsions qui le feront décroître. Le schéma se simplifie : on supprime les impulsions d'horloge qui demandaient deux triggers que l'on installe alors derrière les deux portes NAND pour inverser leur sortie. Deux portes restent disponibles pour une autre application.

Réalisation

Bien entendu, vous avez toute liberté pour réaliser votre codeur et l'installer là où vous le désirez. Vous pouvez également réaliser un modèle à course linéaire si le cœur vous en dit. L'électronique se câble sur une petite plaquette de circuit imprimé à simple face dont la figure 6 donne une idée de disposition. Ce circuit peut être séparé, sans inconvénient, du module de commande : quatre fils de liaison suffisent, deux pour les sorties et deux pour les alimentations, les résistances placées en série avec les diodes LED prennent place à côté des capteurs. Notre circuit a été étudié en vue d'une miniaturisation relativement poussée : en son centre, une place libre reçoit un palier où se loge l'extrémité en pointe de l'axe de com-

mande. Cet axe, monté sur un roulement à bille, bénéficie d'un réglage servant à l'élimination du jeu. Le câblage du circuit imprimé ne pose aucun problème : on n'oubliera pas le condensateur de découplage d'alimentation, indispensable pour éviter certaines oscillations. Les résistances, d'une puissance d'un quart de watt, seront de petite taille (attention à ce que l'on vous propose parfois...). Les composants logiques appartiennent à des familles classiques : le sextuple trigger de Schmitt sera un 40106 en CMOS ou un 74C14 (toujours en CMOS) ou, en TTL faible puissance, un 74LS14. Le préfixe devançant le numéro du circuit intégré importe peu : pour un 40106, on trouvera les lettres CD ou HEF ou autres, selon les fabricants.

Avant d'installer les détecteurs optiques, il est préférable de construire la mécanique et, en particulier d'usiner le disque de codage. Ce disque se taille dans du verre époxy (usinage à la perceuse) aussi circulaire que possible. Sur ce verre époxy on collera un disque de papier sur lequel on aura dessiné des sections noires suivant l'exemple de la figure 1. Vous pourrez augmenter le nombre de secteurs par tour mais pas trop car il arrivera un moment où les détecteurs seront incapables de discerner le blanc du noir. Une division par 2, 4, 8 ou 16 est plus facile à réaliser qu'une autre, à moins d'utiliser un rapporteur... Une fois le disque terminé, on peut envisager l'exécution du support des capteurs.

Ils se présentent avec trois pattes parallèles (figure 3), pattes que l'on soudera sur le cuivre d'un circuit imprimé. Pour notre maquette nous avons usiné le cuivre d'un support époxy par une gravure mécanique, les composants étant placés du côté cuivre. Le cuivre étamé se soudant beaucoup mieux, nous vous conseillons un étamage à chaud par une crème à souder Multicore (crème BCR 10) ou à la soudure après passage d'un flux décapant. On étame les pattes du détecteur optique, on plaque ces dernières sur le circuit imprimé et on chauffe au fer à souder mais pas trop longtemps (nul besoin ici d'apport de soudure). On observera le décalage des capteurs en s'inspirant de la figure 1.

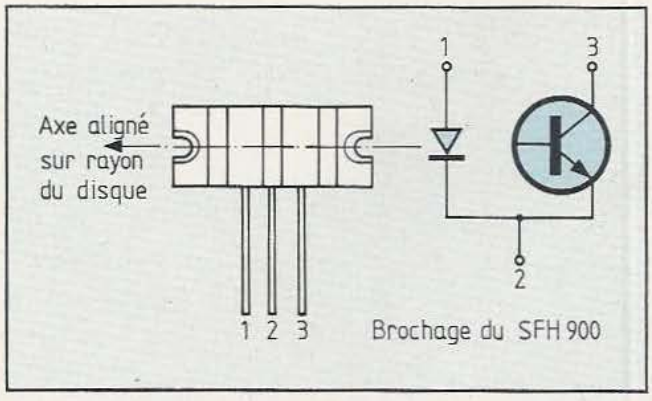


Fig. 3. Brochage du détecteur optique à réflexion SFH 900 de Siemens.

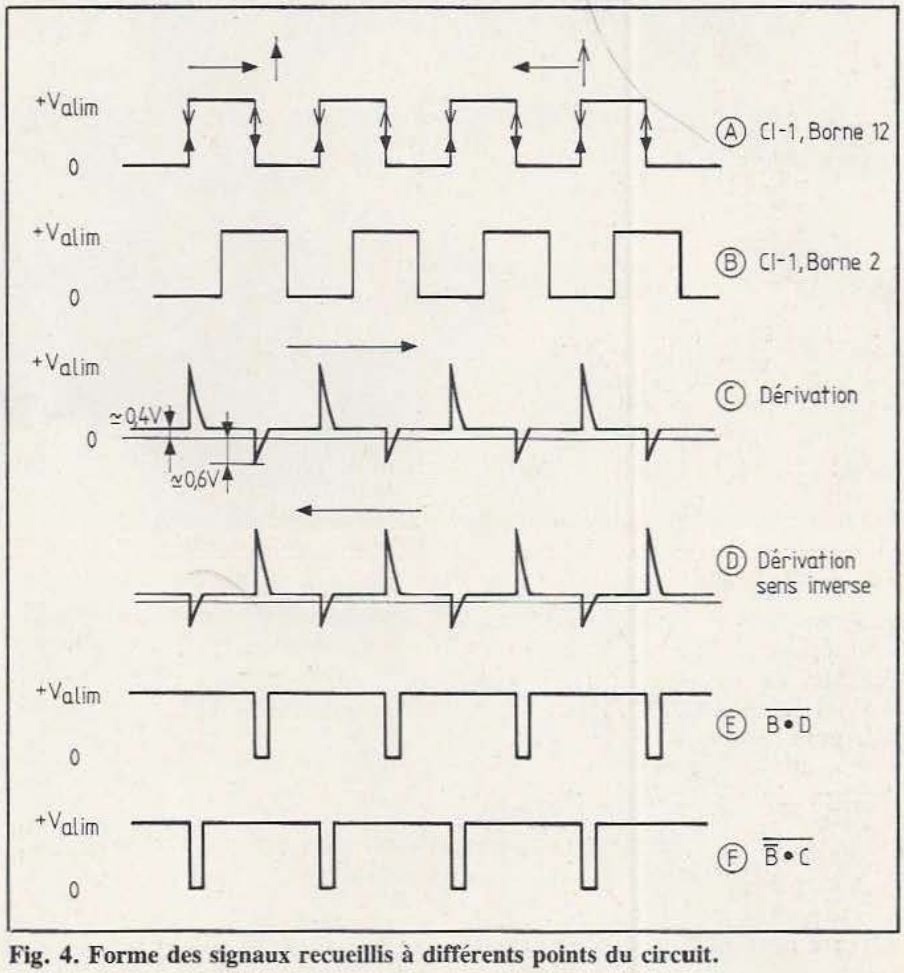
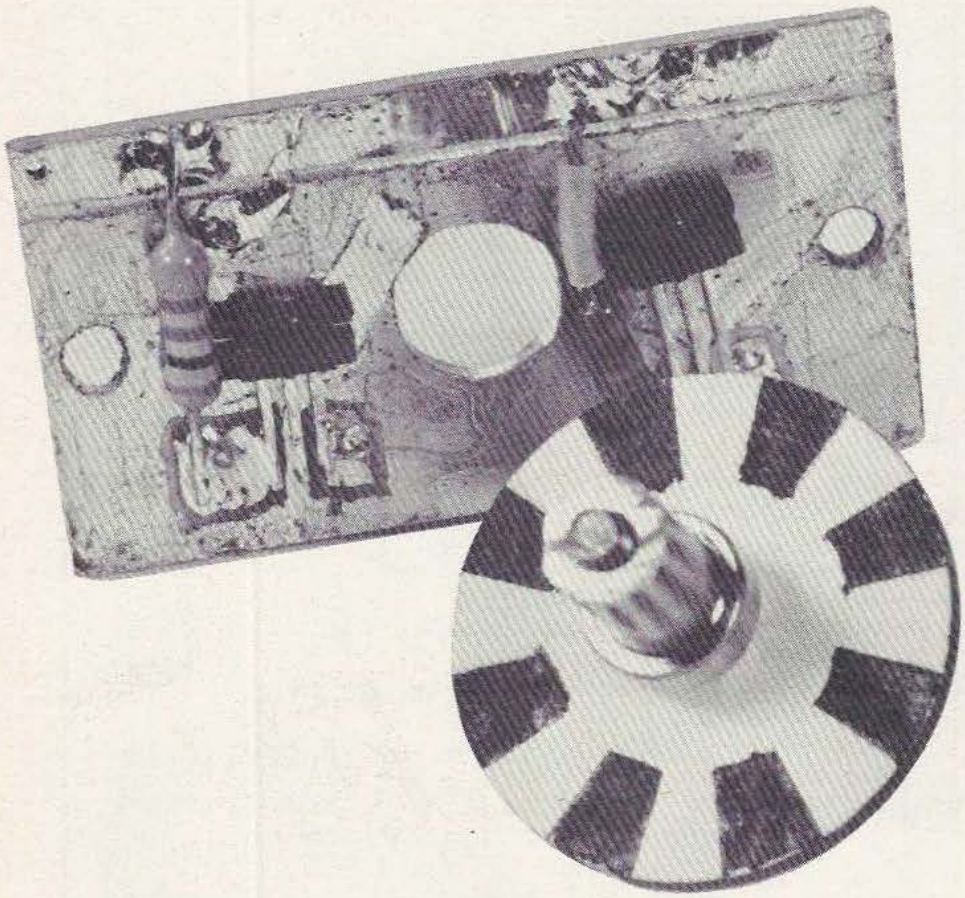


Fig. 4. Forme des signaux recueillis à différents points du circuit.

Le disque codeur se monte entre deux écrous, sur une tige filetée (figure 7) : si vous disposez d'un tour, vous pourrez usiner un axe plus élaboré. L'extrémité libre de l'axe sera taillée en pointe (tournage à la lime sur une perceuse électrique). Cette pointe s'encastrera dans un palier de laiton pris dans une vis de petit diamètre et usinée en forme de cône femelle (on peut aussi percer un trou d'un millimètre de diamètre pour accueillir la pointe).

De l'autre côté de l'axe, nous avons un roulement à bille (fermé mais non étanche) de 3 mm de diamètre intérieure dont la cage intérieur sera prise entre un écrou et la partie de fort diamètre recevant le bouton. Bien entendu, on s'arrangera pour que l'écrou ne touche pas la cage externe du roulement. Celui-ci



Les détecteurs optiques sont placés côté cuivre de la plaquette supérieure.

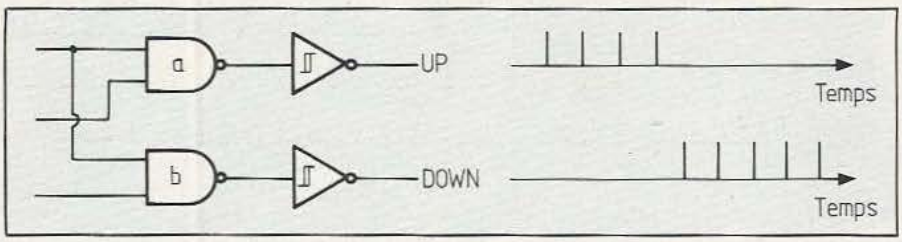


Fig. 5. Génération de trains d'impulsions selon le sens de rotation.

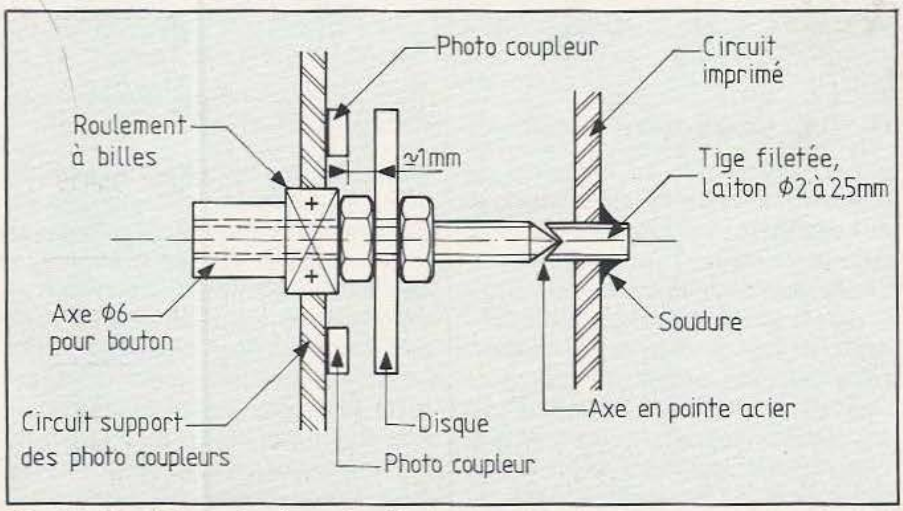


Fig. 8. Disposition mécanique des éléments, vue en coupe.

s'installe dans la plaquette où sont placées les capteurs optiques. Sa fixation se fait par collage à l'aide d'une colle cyanoacrylate. Le logement de ce roulement se découpe en fonction de son diamètre externe. On tentera de minimiser le jeu radial par réglage des écrous ou de la butée. Les deux plaquettes se montent face à face, des entretoises les maintiennent (nous avons taillé les nôtres dans un plexiglas de 5 mm). Deux glissières tiennent le circuit imprimé portant les circuits intégrés; un taraudage pratiqué dans la tranche reçoit une vis rendant l'ensemble démontable. Le jeu axial se règle en ajustant la position du roulement à bille; une fois le jeu réduit, on applique la colle cyanoacrylate. Il reste alors à assurer la liaison entre les deux circuits imprimés, liaison par fils qui ne toucheront pas, de préférence, le disque codeur. Nous n'avons pas prévu de sorties par cosses ou connecteur : elles feront simplement par fils. Il reste maintenant à relier le codeur à un compteur ou à créer un interface entre le codeur et votre microprocesseur...

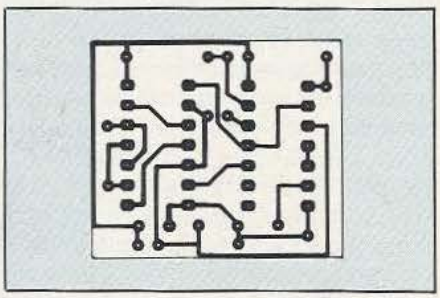


Fig. 6. Circuit imprimé côté cuivre.

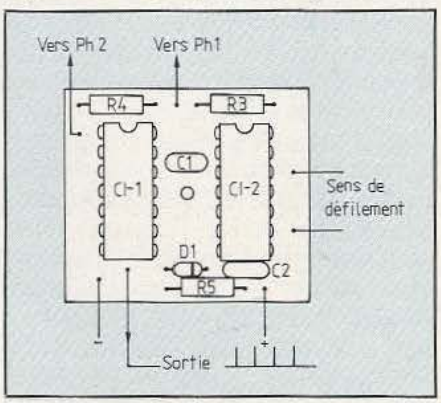
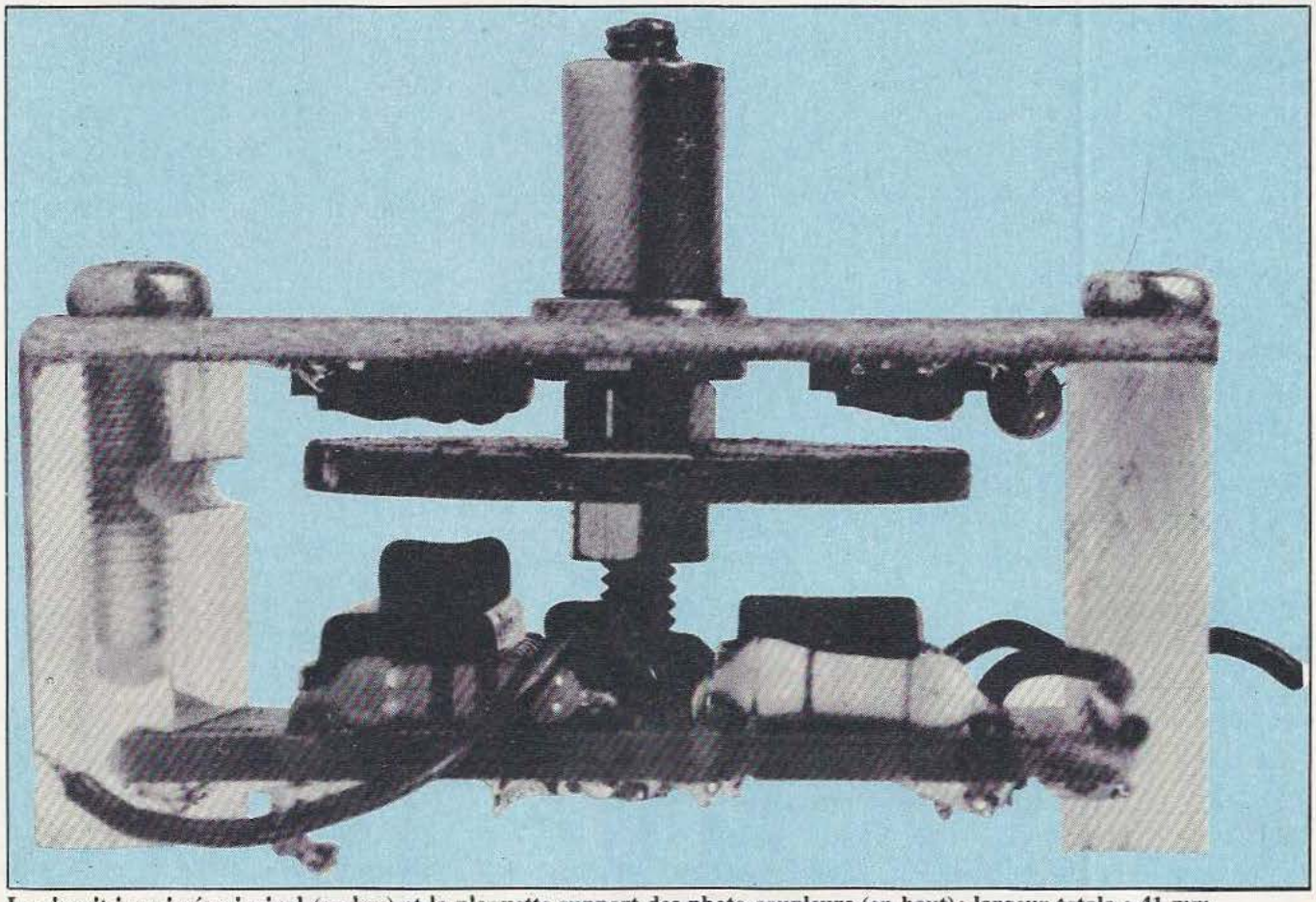


Fig. 7. Implantation des composants : R1 et R2 sont disposées à côté des détecteurs.



Le circuit imprimé principal (en bas) et la plaquette support des photo-coupleurs (en haut); largeur totale : 41 mm.

Suggestions

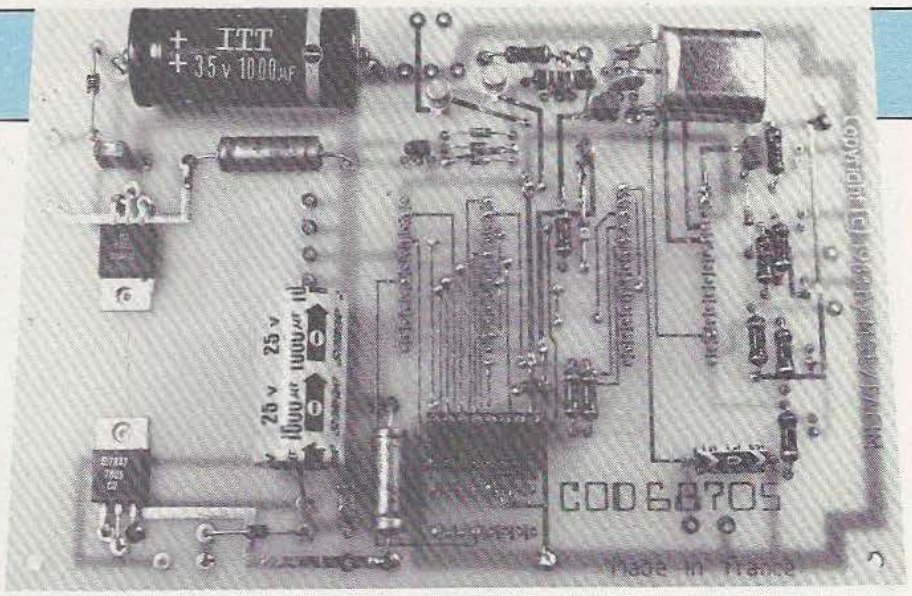
Si le montage ne fonctionne pas, nous vous conseillons de vous reporter au diagramme des signaux. Les résistances R3 et R4 pourront être modifiées jusqu'à ce que les sorties des triggers a et b délivrent une information cohérente. Eventuellement, vous pourrez, en cas de problème (impulsions trop larges en sortie du trigger 4 ou forme bizarre des signaux) abaisser la résistance R5 à 1000 Ohms ou moins. Vous devrez peut-être, alors, augmenter la valeur de C1.

Les capteurs optiques pourront être remplacés par des capteurs à effet Hall comme des SAS 250 ou des TLE 4901 de Siemens, à condition de trouver un aimant multipolaire : on reprendra alors le principe de la discrimination du sens de rotation par capteurs en quadrature. Signalons enfin que le disque optique à réflexion peut être remplacé par un système à transmission, les photo-émetteur et récepteur (SFH900) encadrant, dans ce cas, un disque perforé. Cette technique autorise une plus grande finesse de détection que le système à réflexion. ■

E. Lémery

Nomenclature des composants	
Résistances	
R1, R2	330 Ω, 1/4 W
R3, R4	3,3 à 10 kΩ, 1/4 W
R5	2,2 kΩ, 1/4 W
Condensateurs	
C1	4,7 nF céramique
C2	10 nF céramique
Circuits intégrés	
CI1	CD, HEF 40106 CMOS ou 74C14 CMOS ou 74LS14 en TTL LS
CI2	CD ou HEF 4011
Semi-conducteurs	
PH1, PH2	Photo-coupleurs SFH900 Siemens
D1	1N4148

Programmer soi-même un microcontrôleur de type 68705, c'est s'ouvrir l'accès à une multitude de réalisations — les vôtres et celles que nous vous proposerons — pilotées par microprocesseur monochip : tel est l'objet de ce petit programmateur...



UN PROGRAMMATEUR DE 68705

Ainsi que nous l'avons expliqué dans l'article consacré à la présentation des microprocesseurs «monochip» de la famille 6805, nous avons en projet plusieurs réalisations à base de microcontrôleurs 68705. Pour faciliter la réalisation de ces projets, et bien que nous mettions sur pied un service de programmation de ces circuits, nous avons décidé de vous présenter la réalisation d'un programmateur de 68705. Celui-ci vous permettra, bien sûr, de programmer vous-même votre circuit pour réaliser les projets que nous vous proposerons mais aussi, et c'est un des aspects intéressants de cette réalisation, vous pourrez concevoir vos propres microcontrôleurs lorsque vous aurez acquis un peu d'expérience dans le maniement du 68705; toutes les libertés vous seront alors permises ce qui s'impose pour certaines applications. En effet, supposons que vous souhaitiez commander un réseau de trains électriques miniatures par microcontrôleur : c'est tout à fait faisable et très simple, mais il est impossible de donner un programme standard, chaque cas se ramenant à un cas particulier lié à la structure du réseau contrôlé.

Pour en terminer avec cette introduction, précisons que l'investissement à prévoir pour une telle réalisation se révèle très faible comme vous allez le constater; l'astuce utilisée dans le 68705 y étant pour beaucoup...

Le principe

Ainsi que nous l'avons expliqué dans l'article de présentation du 68705, la ROM interne de ce circuit se divise en deux parties : 1804 octets vous sont attribués pour ranger votre programme alors que 115 octets sont utilisés par le 68705 pour un programme d'auto-programmation.

Ce programme est conçu pour recopier, dans la ROM interne du 68705, le contenu d'une mémoire extérieure au circuit, connectée d'une certaine façon sur ses lignes d'entrées/sorties. Il dispose de toutes les possibilités offertes sur les «vrais» programmeurs, c'est-à-dire qu'après avoir effectué la programmation, il lit à nouveau la mémoire externe et la compare au contenu de la ROM du 68705 et indique le résultat de cette comparaison. De plus, aucun terminal ou équipement informatique n'est nécessaire pour mettre en œuvre ce programmateur; il suffit de quel-

ques interrupteurs et de quelques diodes électro-luminescentes.

Le schéma

Il est présenté figure 1 et son apparente complexité ne doit pas vous impressionner car nous allons le commenter en détail. Nous y voyons tout d'abord deux supports, un de 28 pattes destiné à recevoir le 68705 à programmer et un de 24 pattes destiné à recevoir la mémoire qui sera recopiée dans le 68705. Les lignes de données de cette mémoire sont directement reliées aux lignes d'entrées/sorties PA0 à PA7 qui, pour la circonstance, sont positionnées en entrées par le programme d'autoprogrammation. Les adresses de la mémoire, quant à elles, sont reliées à un circuit CMOS type 4040, un

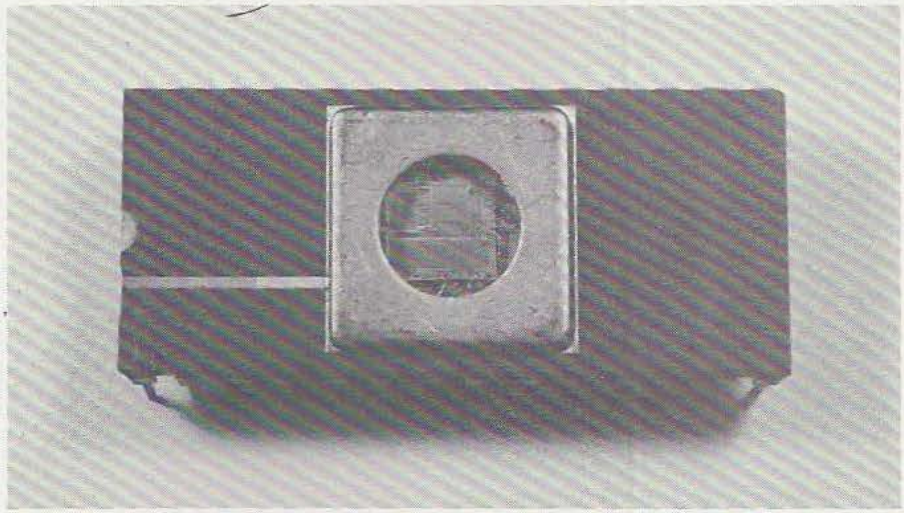
TEUR

compteur 12 bits classique. Ce compteur voit ses entrées de remise à zéro (RST) et d'horloge (CK) commandées par les lignes d'entrées/sorties PB3 et PB4 du 68705 qui sont positionnées en sorties.

Les lignes PB1 et PB2 positionnées elles aussi en sorties, commandent deux LED qui signalent respectivement que le 68705 est programmé (ou n'est pas vierge) et que la vérification du 68705 — mémoire externe s'est bien passée.

La ligne PB0 commande un circuit à deux transistors qui autorise ou non l'application d'une «haute tension» de 21 volts sur la patte VPP; tension qui réalise effectivement la programmation comme pour les mémoires effaçables aux ultra-violets classiques.

Un quartz est connecté aux entrées adéquates du 68705; en effet la programmation nécessite des chronogrammes très précis que ne sauraient donner les autres modes de génération d'horloge que sont le court-circuit ou la résistance (voir article sur le 68705 pour la description de ces modes).



Une fenêtre d'effacement ouverte sur l'intérieur même de ce microcontrôleur.

L'alimentaiton du montage est double. Un transformateur à secondaire à point milieu est monté avec une extrémité de son secondaire à la masse de façon à disposer de 12 volts sur le point milieu et de 24 volts sur le point extrême de celui-ci. Ces tensions sont redressées en mono-alternance par D1 et D2, puis filtrées et ensuite régulées à 5 volts et à 24 volts au moyen de régulateurs intégrés classiques. La tension de 5 volts alimente tous les circuits logiques à savoir le 68705 lui-même, la mémoire à recopier et le 4040 CMOS. La tension de 24 volts, quant à elle, est utilisée pour fournir deux autres tensions : du 12 volts au moyen de la résistance de 4,7 kOhms et de la diode Zener DZ1 et du 21 volts au moyen de la circuiterie associée à T1, T2 et DZ2. Le 12 volts est appliqué sur la patte TIM (entrée timer) du 68705 tandis que le 21 volts est appliqué sous contrôle de PB0 à la patte VPP.

Un certain nombre d'interrupteurs associés à des LED contrôlent la présence de ces diverses tensions comme nous allons le voir.

Le bloc de straps S0 à S5 permet de sélectionner divers types de mémoires à enficher sur le support 24 pattes selon un tableau présenté figure 2 qui en contient une liste non exhautive.

L'interrupteur I1 contrôle la patte RESET du 68705 et permet, lorsqu'il est fermé, de maintenir le 68705 à l'arrêt. Une LED marquée LED3 indique l'état de I1 pour vous éviter toute fausse manœuvre.

L'interrupteur I3 contrôle l'application sur le montage des tensions d'alimentation et de programmation. Son état se visualise par la LED numéro 1.

L'interrupteur 12 bloque le transistor T1 lorsqu'il est fermé et empêche ainsi toute arrivée de «haute tension» sur VPP quel que soit l'état de PBO. Un interrupteur marche/arrêt classique complète le tout et évite d'avoir à débrancher le montage du secteur losqu'il n'est pas utilisé.

Mode d'emploi

Il est fort simple puisqu'il se résume à la manœuvre de quelques interrupteurs lors de la mise en place et du retrait du circuit; tout le reste étant contrôlé par le 68705.

Avant toute utilisation, il faut positionner les straps S0 à S5 conformément aux indications du tableau de la figure 2 en fonction de la mémoire que vous allez recopier dans le 68705. Nous avons prévu l'emploi de mémoires effaçables aux ultra-violets les plus courantes car ce sont les moins coûteuses à l'heure actuelle et leur programmation au niveau amateur s'avère très facile, nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet ultérieurement. Lorsque cette

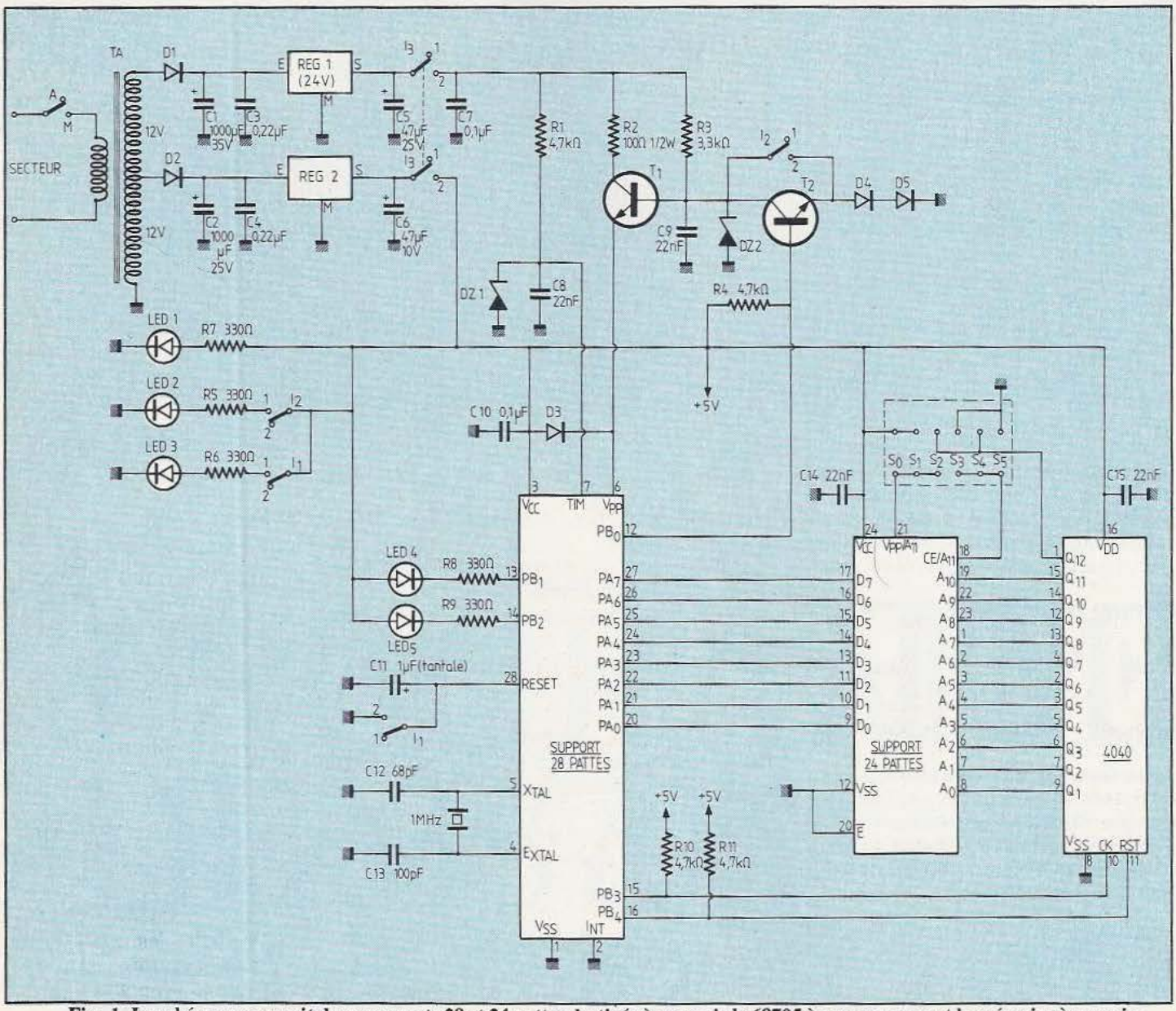


Fig. 1. Le schéma : on y voit deux supports 28 et 24 pattes destinés à recevoir le 68705 à programmer et la mémoire à recopier.

sélection est réalisée, il suffit de suivre la procédure suivante :

— Vérifier que I1 est fermé (LED3 éteinte); cela maintient le 68705 en RESET.

— Vérifiez que I3 est ouvert (LED1 éteinte); cela coupe toutes les alimentations des supports.

— Vérifiez que I2 est fermé (LED2 éteinte) ce qui empêche toute arrivée de tension de programmation sur VPP.

— Insérez alors la mémoire à recopier sur le support 24 pattes et le 68705 à programmer dans le support 28 pattes.

— Fermez I3, LED1 s'allume indiquant la présence des alimentations.

— Ouvrez ensuite I2, LED2 s'allume indiquant la présence de la tension de programmation sur VPP.

— Ouvrez enfin I1, LED3 s'allume indiquant que le 68705 commence la programmation.

— Lorsque la programmation est terminée, la diode indicatrice LED4 s'allume et la phase de vérification commence. Quelques secondes plus tard et si la vérification s'est bien passée, la diode indicatrice LED5 s'allume à son tour. Le circuit va alors pouvoir être enlevé selon la procédure suivant :

— Fermez I2 ce qui coupe la tension VPP et éteint LED2.

— Fermez I1 ce qui place le 68705 en RESET et éteint LED3.

— Ouvrez I3 ce qui coupe les alimentations et éteint LED1.

— Le 68705 et (ou) la mémoire peuvent alors être enlevés de leurs supports.

Le respect des ordres de fermeture et d'ouverture des interrupteurs est impératif et conditionne la bonne marche de la programmation d'une part et une longue durée de vie au 68705 d'autre part. Vous remarquerez que le schéma a été conçu de telle façon que les circuits puissent

être mis en place ou enlevés lorsque toutes les LED sont éteintes, ce qui constitue une sécurité appréciable, la présence d'une LED allumée correspondant alors à «interdiction de toucher aux circuits». Nous reviendrons sur ce mode d'emploi avant la fin de cet article mais nous allons maintenant passer à la phase active avec...

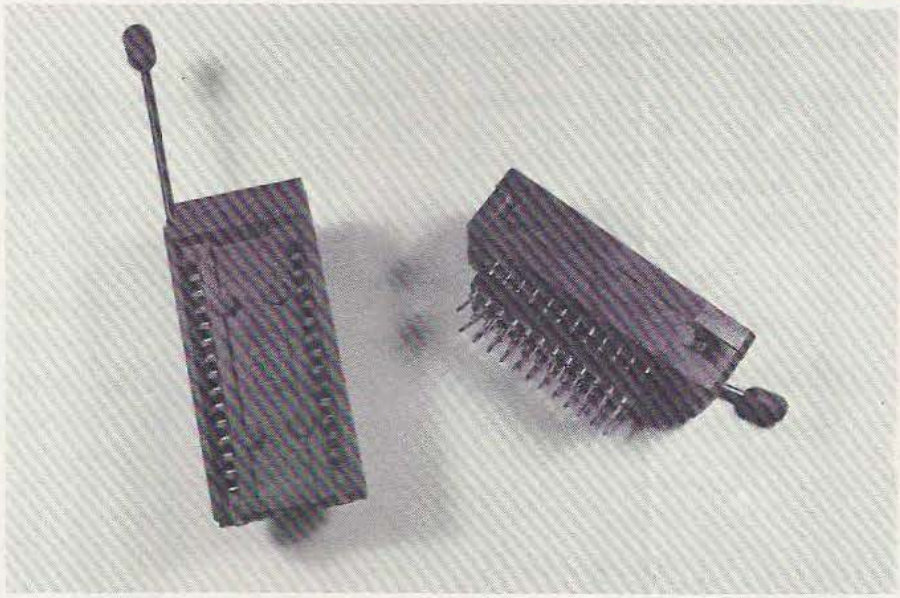
MOTOROLA MCM2532
INTEL 2732, 2732A
TEXAS TMS2532
TEXAS TMS2732
HITACHI HN 462532
HITACHI HN462732
SGS M2732
NEC D2732
EUROTECHNIQUE ET2732
MITSUBISHI M5L2732
TOSHIBA TMM2732
AMD 2732DC
FUJITSU MBM2732

TYPE DE MEMOIRE	STRAPS MIS EN PLACE
2516-2716	S0 S3
2532	S0 S4
2732	S2 S3

Figure 2 : Liste des mémoires utilisables et position des straps de sélection

La réalisation

Bien que le schéma puisse sembler aéré, le nombre important de liaisons à établir entre la mémoire et le 68705 d'une part et entre la mémoire et le 4040 d'autre part nous ont conduit à adopter un circuit imprimé double face; une réalisation en simple face aurait en effet nécessité trop de straps. Pour vous faciliter le travail, nous avons confié la réalisation de ce circuit à une société spécialisée qui vous le propose prêt à l'emploi, sur verre époxy, étamé et à trous métallisés ce qui ne se rencontre, habituellement, que sur des réalisations professionnelles. Pour tous renseignements au sujet de ce circuit et des conditions de vente adressez-vous directement à la société concernée : Facim, 19 rue de Hegenheim, 68300 Saint-Louis, qui pratique, bien sût, la vente par correspondance.
Pour ceux qui souhaitent réaliser eux-mêmes ce circuit, nous indiquons en figures 3 et 4 les dessins à



Les deux supports, 28 et 24 pattes, à force d'insertion nulle.

l'échelle 1 des deux faces de celui-ci. Précisons cependant que la réalisation personnelle d'un tel circuit, si elle est possible, nécessite une bonne pratique et l'emploi impératif de la méthode photographique. De plus, le circuit réalisé n'est pas à trous métallisés ce qui impose de câbler tous les passages entre faces; à notre avis le jeu n'en vaut pas la chandelle car l'économie réalisée (à supposer qu'il y en ait une), l'est au détriment de la fiabilité et de l'esthétique de la réalisation.
Le montage des composants sur le circuit imprimé ne pose pas de problème mais nécessite quand même quelques commentaires. En effet, pour faciliter la mise en boîtier de ce montage, nous avons dessiné le circuit de façon à ce que le support 28 pattes du 68705 et le support 24 pattes de la mémoire se montent côté cuivre du circuit imprimé; les LED et le bloc des straps S0 à S5 se montent également être cuivre du circuit. D'autre part, pour faciliter l'insertion et l'extraction du 68705 et de la mémoire, nous vous conseillons d'utiliser des supports à force d'insertion nulle. Ces supports ayant des pattes ne rentrant pas dans des trous métallisés d'une part et étant assez chers d'autre part, nous avons adopté la solution suivante. Un support «normal» est soudé à l'emplacement du 68705 et à celui de la mémoire; par ailleurs, et comme schématisé figure 5, les supports à force d'insertion nulle se soudent sur des supports «normaux» qui viendront ensuite s'enficher dans les supports soudés à demeure sur le CI. Cela permet de conserver la possibilité d'employer les supports à force d'insertion nulle pour une autre application. Par ailleurs, le support intermédiaire assure un bon enfichage dans le support soudé à demeure, ce que le support à force d'insertion nulle ne pourrait faire seul vu la longueur et la forme de ses pattes.
Ces précisions étant données, et après vous être procurés les composants dont la nomenclature est indiquée figure 6, vous pouvez commencer le montage en suivant le plan d'implantation de la figure 7. Commencez par les supports (côté cuivre pour le 24 et le 28 pattes) puis les résistances, les condensateurs (en faisant attention au sens des chimiques), les transistors et les diodes (attention au sens, également). Les régulateurs intégrés se montent à plat sur le CI en interposant entre leur corps et celui-ci une plaque d'alu ou de dural pliée en U qui fait office de radiateur. Les boîtiers des deux régulateurs étant à la masse, il n'y a pas à prévoir d'accessoires d'isolement et le radiateur peut être commun. Sa taille n'a pas grande importance dès lors qu'elle atteint environ 15 à 20 cm².

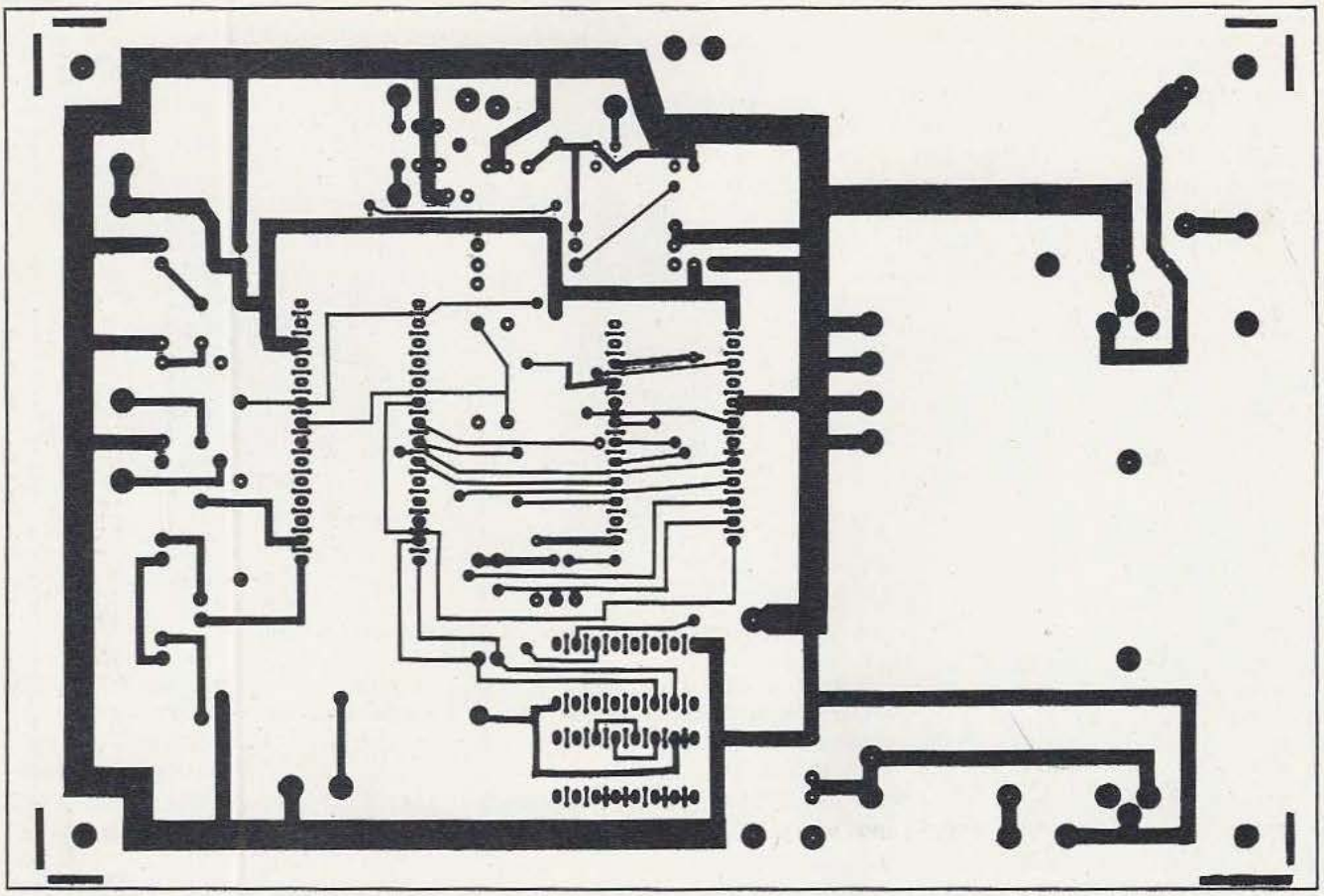


Fig. 3. Dessin du circuit imprimé, vu côté cuivre, échelle 1.

Le bloc de straps S0 à S5 se monte également côté cuivre de façon à être accessible de l'extérieur du boîtier selon le type de mémoire que vous mettrez sur le support 24 pattes. Nous vous recommandons un bloc de mini-interrupteurs en boîtier DIL (on en trouve jusqu'à huit dans le même boîtier qui conviennent très bien ici) plus pratique à manipuler que des straps qu'il faudrait souder ou dessouder.

De façon à être visibles de l'extérieur du boîtier, les LED sont, elles aussi, montées côté cuivre. Attendez d'avoir votre boîtier en main et vos supports à force d'insertion nulle pour les monter définitivement et soudez-les, pour l'instant, avec leurs fils les plus longs. Bien que nous ayons indiqué leur brochage, vérifiez-le à l'Ohmmètre car, pour ce type de composants, l'on a parfois des surprises et le méplat du boîtier n'est pas toujours bien lisible.

Le transformateur et les interrupteurs ne prennent évidemment pas place sur le CI et ils constituent les seuls composants externes.

Votre travail fini, vérifiez soigneusement vos soudures et l'absence de ponts entre pistes voisines. A ce propos, précisons à ceux qui ne sont pas habitués aux circuits à trous métallisés qu'il ne faut souder que d'un seul côté, comme sur un vulgaire circuit simple face, la métallisation du trou faisant automatiquement la liaison entre les deux faces (c'est un de ses avantages majeurs).

Le boîtier

Nous ne nous étendrons pas sur ce sujet et nous nous limiterons à quelques conseils. Tout d'abord, la taille du CI a été calculée pour qu'il rentre dans une boîte Teko type P4 qui, si elle n'est pas très jolie, a au moins l'avantage d'une large diffusion et d'un faible coût. La disposition à adopter est schématisée figure 8. Le circuit imprimé est monté «la tête en bas» sous la face supérieure munie de trois découpes rectangulaires par lesquelles apparaissent les deux supports 24 et 28 pattes ainsi que le bloc de straps. Des trous ronds ont aussi été prévus pour les LED dont la longueur des pattes sera ajustée au moment de ce montage. Les interrupteurs, vissés sur cette face avant, seront placés dans un ordre logique compte tenu du mode d'emploi; nous les avons mis en regard des LED les concernant. Le câblage des interrupteurs s'effectuera avec soin en respectant les repères 1 et 2 du schéma théorique afin que l'état des LED corresponde bien au mode d'emploi, à savoir : I1 fermé implique LED3 éteinte et I2 fermé implique LED2 éteinte. Pour I3 et LED1 il n'y a pas de problème, cette dernière s'alimentant par la fermeture de I3; en revanche veillez à câbler ses deux moitiés de façon identique afin que le 5 volts et le 24 volts soient présents en même temps et non à tour de rôle...

Au sujet des LED, nous vous recommandons le rouge pour LED1, LED2 et LED3 ce qui vous rappellera le danger qu'il y a à enlever ou à mettre un circuit lorsque l'une d'elles est allumée. Pour LED4 nous avons mis du jaune et pour LED5 du vert : une simple affaire de goût (ou de stocks...). Ici aussi,

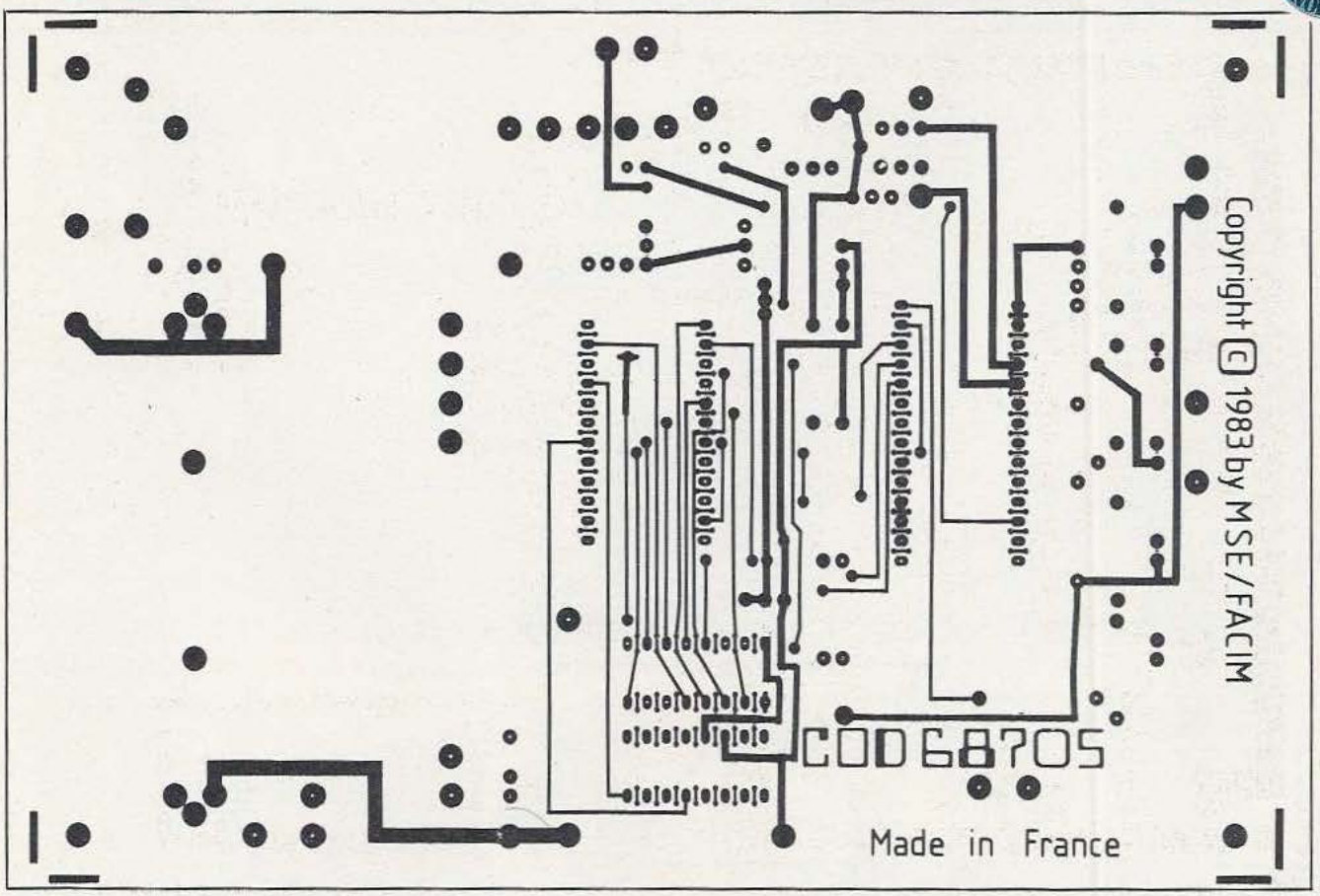


Fig. 4. Dessin du circuit imprimé, vu côté composants, échelle 1.

et comme dans le paragraphe précédent, vérifiez votre câblage plutôt deux fois qu'une.

Les essais

Aujourd'hui ils n'iront pas trop loin; nous n'allons pas, en effet, vous faire programmer pour rien un 68705 tout neuf; mieux vaut attendre une application. D'autant plus qu'il faudrait, après, faire un montage pour l'essayer. Nous allons seulement effectuer quelques mesures qui, si elles sont correctes, nous permettront d'affirmer que le montage marche à coup sûr.

Commencez par ouvrir I3 et fermer I2;, I1 n'a pas d'importance. Mettez en place le 4040. Les straps S0 à S5 peuvent se trouver dans n'importe quelle position. Munissez-vous d'un contrôleur universel d'au moins 10 KOhms par volt et mettez sous tension. Rien ne doit se passer. Mettez le «moins» de votre contrôleur à la masse et vérifiez qu'une fois I3 fermé, LED1 s'allume et que vous trouvez 5 volts sur les pattes 3 du support 28 pattes et 24 du 24 pattes. Constatez aussi que vous avez un peu moins de 5 volts sur les pattes 6, 15 et 16 du 28 pattes. Vérifiez que vous avez du 12 volts sur 7 du 28 pattes. Fermez alors I2, constatez que LED2 s'allume et que vous avez du 21 volts (à la précision de DZ2 et du V_{BE} du transistor T1 près) sur la patte 6 du 28 pattes. Pour la forme ouvrez I1 et constatez que LED3 s'allume. Court-circuitez à la masse 13 puis 14 du 28 pattes pour vérifier que LED4 et LED5 s'allument et, si vous voulez tout vérifier, court-circuitez à la masse la patte 12 du 28 pattes, la tension sur 6 doit tomber de 21 volts à 5 volts (4,4 volts pour être précis !); elle doit remonter aussitôt dès que vous relâchez le court-circuit (tant que I2 est ouvert). Si vous fermez I2, le fait d'agir sur la patte 12 du 28 pattes ne doit pas faire varier la tension sur 6 (elle doit rester à 4,4 volts).

Si toutes ces vérifications se sont déroulées correctement et sous réserve que votre 4040 soit bon (c'est en général le cas des circuits neufs !), votre programmateur fonctionne ce que nous vérifierons avec la première réalisation équipée de 68705 et présentée dans notre prochain numéro.

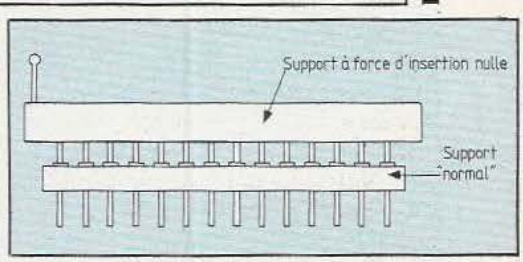


Fig. 5. Mise en place des 2 supports.

Quelques conseils

Pour ceux qui ont l'esprit aventureux ou, tout simplement, qui veulent concevoir des applications à base de 68705 sans attendre nos schémas, voici quelques précisions utiles au sujet du circuit.

Tout d'abord, quelle que soit la taille de la mémoire mise sur le support 24 pattes, seuls les 182564 octets utiles, de l'adresse 0 à l'adresse décimale 2047 seront recopiés dans le 68705, le reste sera ignoré. De plus, seules les parties de cette mémoire correspondant à de la ROM utilisateur dans le 68705 seront utili-

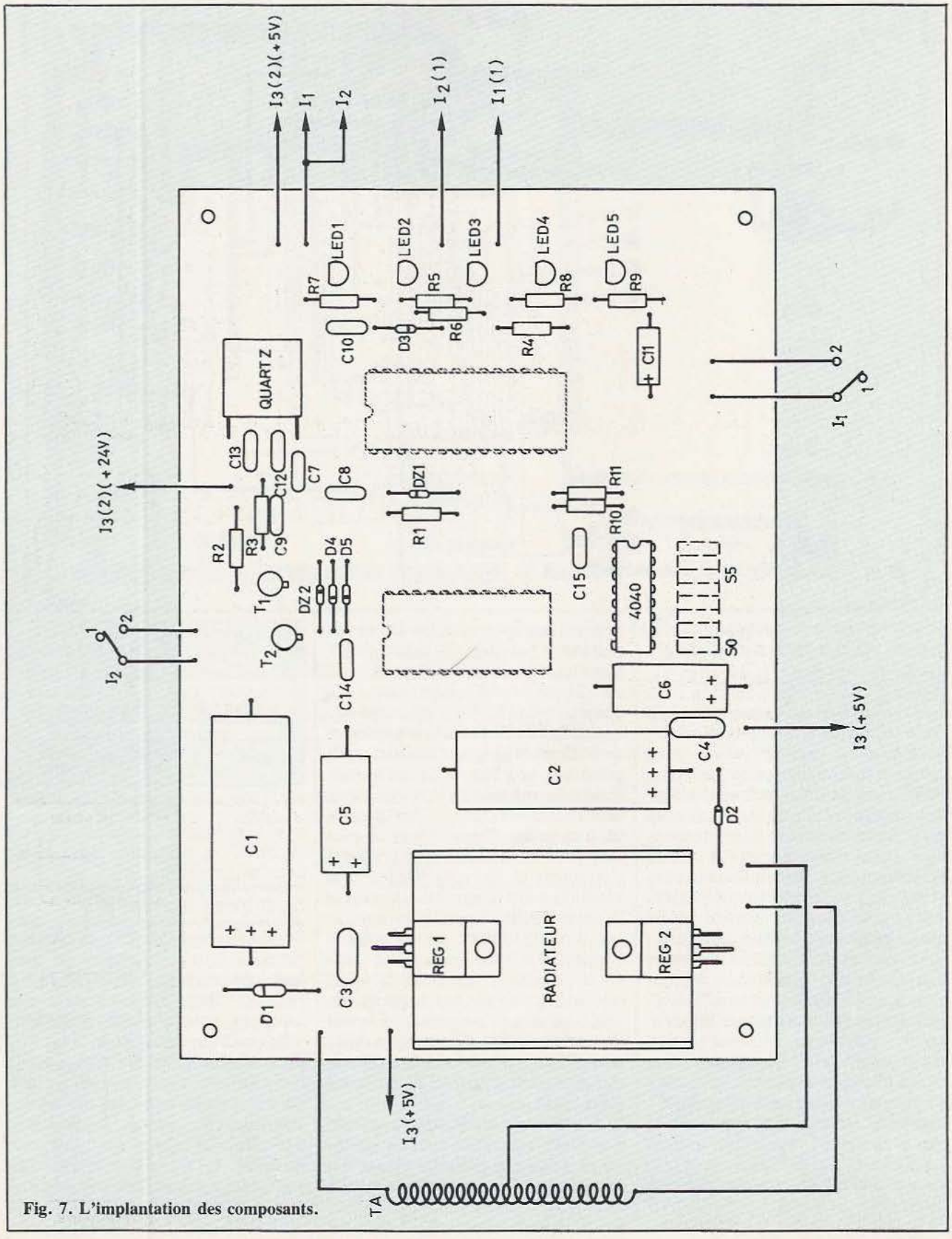
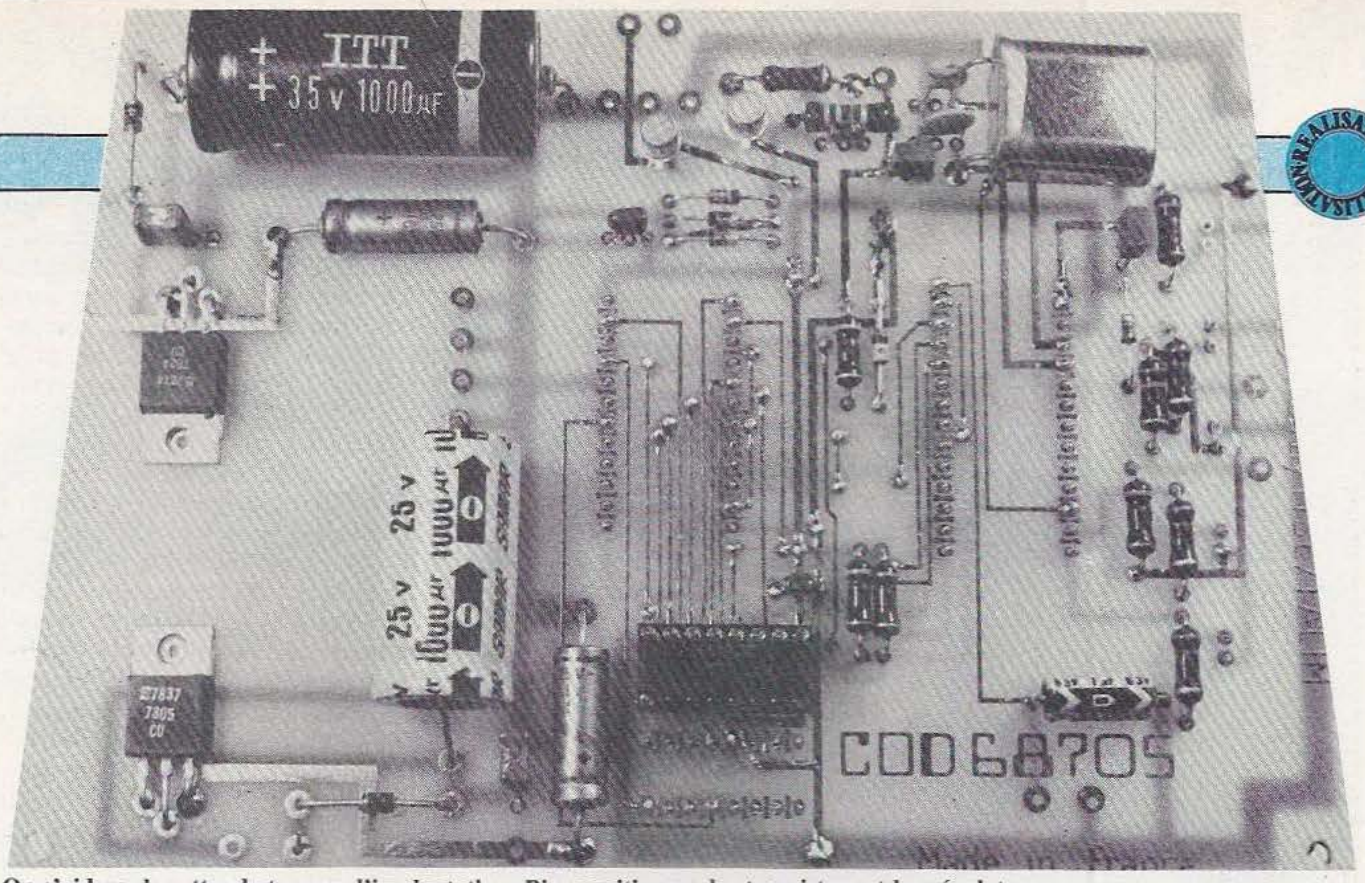
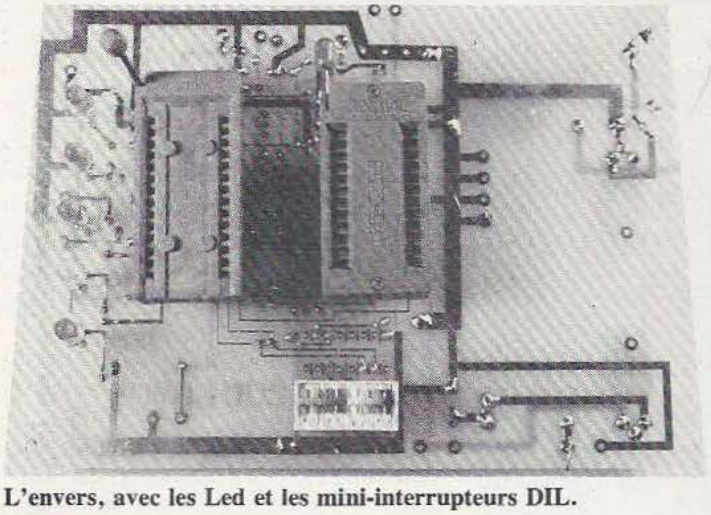


Fig. 7. L'implantation des composants.



On s'aidera de cette photo pour l'implantation. Bien positionner les transistors et les régulateurs.



L'envers, avec les Led et les mini-interrupteurs DIL.

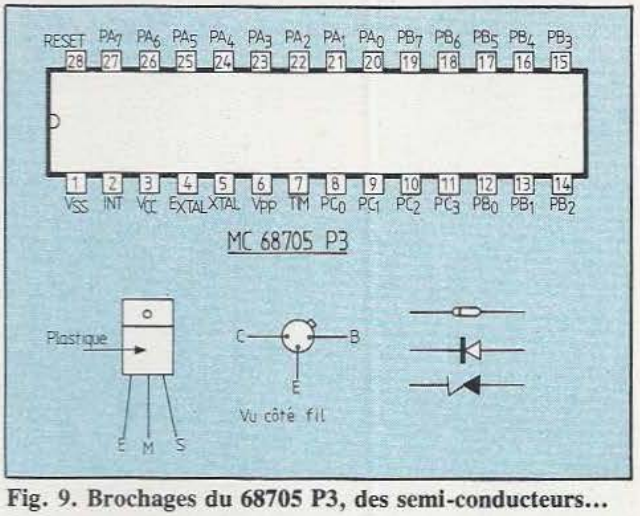


Fig. 9. Brochages du 68705 P3, des semi-conducteurs...

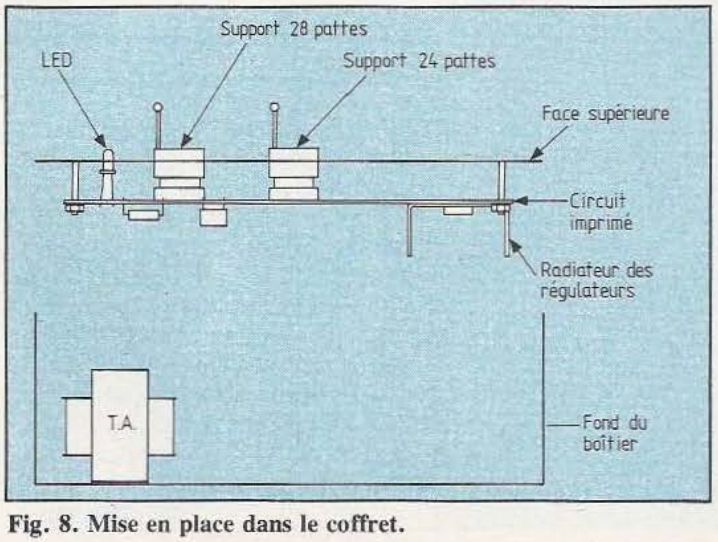
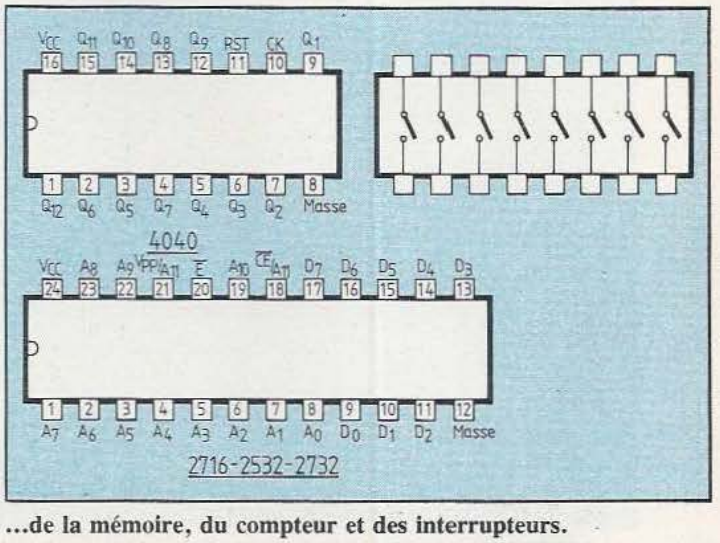
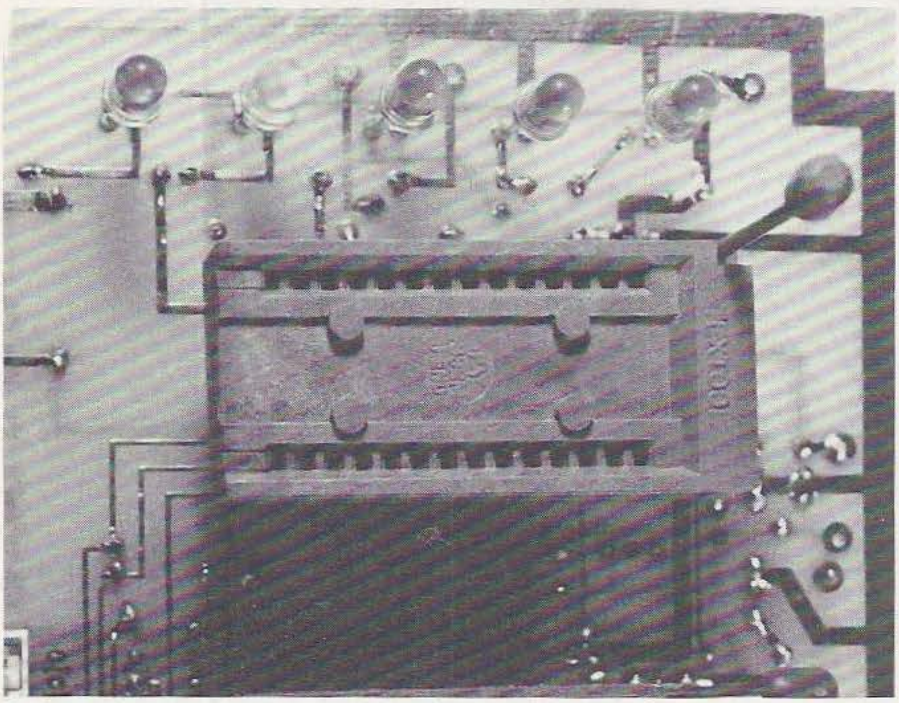


Fig. 8. Mise en place dans le coffret.



...de la mémoire, du compteur et des interrupteurs.



En haut, de gauche à droite, les diodes Led 5 à Led 1.

Nomenclature des composants

Résistances 5%

R1 : 4700 Ω 1/4 W
R2 : 100 Ω 1/2 W
R3 : 3300 Ω 1/4 W
R4 : 4700 Ω 1/4 W
R5, R6, R7, R8, R9 : 330 Ω 1/4 W
R10, R11 : 4700 Ω 1/4 W

Condensateurs

C1 : 1000 µF/35 V chimique
C2 : 1000 µF/25 V chimique
C3, C4 : 0,22 µF Mylar
C5 : 47 µF/25 V chimique
C6 : 47 µF/10 V chimique
C7 : 0,1 µF Céramique multi-couches
C8, C9, C14, C15 : 22 nF Céramique multi-couches
C10 : 0,1 µF Céramique multi-couches
C11 : 1 µF/10 V Tantale
C12 : 68 pF Céramique
C13 : 100 pF Céramique

Semi-conducteurs

REG1 : µA 7824, LM30T24 (régulateur 24 V/1 A)
REG2 : µA7805, LM30T5 (régulateur 5 V/1 A)
D1, D2 : 1N4002 à 1N4007
D3, D4, D5 : 1N914, 1N4148
LED1 à 5 : LED d'un type quelconque
DZ1 : BZY88C12, BZX83C12 (Zener 12 V/0,4 W)
DZ2 : BZY88C22, BZX83C22 (Zener 22 V/0,4 W)
T1, T2 : 2N2222A, 2N2219A, 2N1711...
4040 : MC14040, CD4040

Divers

TA : Transfo 220 V/2 x 12 V, 10 VA.
I1, I2, I3 : Interrupteurs 2 circuits/2 positions
Mini-inter. : 1 bloc de 8 en boîtier DIL
Supports : 1 x 16 pattes (facultatif)
1 x 24 pattes à force d'insertion nulle
1 x 28 pattes à force d'insertion nulle
Quartz : 1 MHz en boîtier HC 6/U

sées. Ainsi, quoi que puisse contenir votre mémoire entre les adresses décimales 1925 et 2039, cela sera ignoré puisque cette zone correspond, dans le 68705, à son programme de programmation (voir l'article sur le 68705 pour l'affectation mémoire).

La programmation du 68705 complet dure un peu moins de 2 minutes; n'ayez donc pas d'inquiétude lors de vos premiers essais. La vérification, en revanche, dure quelques secondes et si la LED correspondante ne s'allume pas quelques dizaines de secondes après la fin de la programmation c'est que celle-ci s'est mal déroulée.

Contrairement aux mémoires effaçables aux ultra-violets classiques types 2716, 2732, etc. le contenu de la PROM du 68705, lorsqu'elle est vierge, n'est pas FF mais 00 : inutile donc de programmer les octets qui doivent rester à 0.

L'effacement du 68705 se fait comme celui des PROM effaçables aux ultraviolets. De vrais effaceurs existent mais restent fort chers (surtout quand on sait ce qu'ils contiennent !); une meilleure solution consiste à acheter le tube adéquat et sa réglette. On en trouve, par exemple, chez Pentasonic à un prix plus abordable que celui des effaceurs. Un papier d'aluminium ménager plié en V sur le tube constitue un cache vite fait et économique pour vous protéger les yeux lors de l'utilisation (la longueur d'onde employée se révèle en effet très dangereuse pour ces derniers).

Conclusion

Nous en avons terminé avec la description de ce petit programmateur qui vous ouvre les portes d'une foule d'applications intéressantes et économiques à base de microprocesseurs; applications encore impensables il y a seulement un an ou deux. Nous vous donnerons quelques exemples dans nos prochains numéros mais il va de soi que, lorsque nous vous aurons tout appris des finesses du logiciel du 68705, plus rien ne viendra limiter votre imagination créatrice. ■

C. Tavernier

S'ABONNER?

POURQUOI?

Parce que s'abonner à «MICRO ET ROBOTS»

C'est
- plus simple,
- plus pratique,
- plus économique.

C'est plus simple
- un seul geste, en une seule fois,
- remplir soigneusement cette page pour vous assurer du service régulier de «MICRO ET ROBOTS».

C'est plus pratique
- chez vous!

dès sa parution, c'est la certitude de lire régulièrement notre revue
- sans risque de l'oublier, ou de s'y prendre trop tard,
- sans avoir besoin de se déplacer.

COMMENT?

En détachant cette page, après l'avoir remplie,
- en la retournant à :

MICRO ET ROBOTS
2 à 12, rue de Bellevue
75940 PARIS Cédex 19
- ou en la remettant à votre marchand de journaux habituel.

Mettre une ✗ dans les cases ☒ ci-dessous et ci-contre correspondantes:

☐ Je m'abonne pour la première fois à partir du n° paraissant au mois de .....

Je joins à cette demande la somme de ..... Frs par:
- ☐ chèque postal, sans n° de CCP
- ☐ chèque bancaire,
- ☐ mandat-lettre

à l'ordre de : MICRO ET ROBOTS.

ATTENTION! Pour les changements d'adresse, joignez la dernière étiquette d'envoi, ou à défaut, l'ancienne adresse accompagnée de la somme de 2,00 F, en timbres-poste, et des références complètes de votre nouvelle adresse. Pour tous renseignements ou réclamations concernant votre abonnement, joindre la dernière étiquette d'envoi.

COMBIEN?

MICRO ET ROBOTS (11 numéros)
1 an ☐ 145,00 F - France
1 an ☐ 190,00 F - Etranger.

(Tarifs des abonnements France: TVA récupérable 4%, frais de port inclus. Tarifs des abonnements Etranger: exonérés de taxe, frais de port inclus).

Ecrire en MAJUSCULES, n'inscrire qu'une lettre par case. Laisser une case entre deux mots. Merci.

Nom, Prénom (attention: prière d'indiquer en premier lieu le nom suivi du prénom)

Complément d'adresse (Résidence, Chez M.., Bâtiment, Escalier, etc...)

N° et Rue ou Lieu-Dit

Code Postal

Ville

Micro et Robots

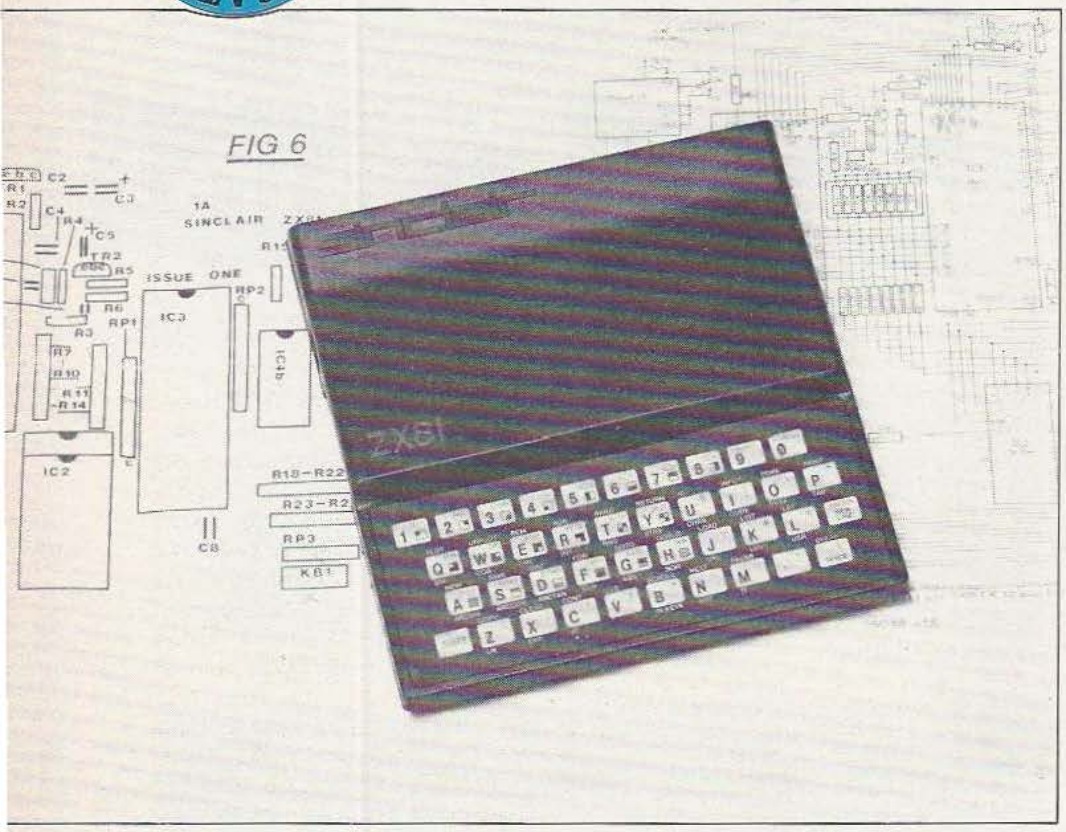


FIG 6

Très nombreux sont les possesseurs de ZX81 qui souhaiteraient améliorer au moindre coût et, si possible, facilement, leur machine. Ici, on offre à qui veut bien s'en donner la peine la possibilité d'accroître, d'une part, les performances du ZX en doublant la capacité de la Ram interne et d'autre part, le confort d'utilisation en dotant ce micro-ordinateur d'une fonction Reset et d'un témoin sonore de prise en compte de la frappe. Trois améliorations dont on aurait bien tort de se priver...

ZX 81: TROIS REMEDES

Malgré la profusion de micro-ordinateurs amateurs «hautes performances» disponibles sur le marché, le ZX-81 reste encore très présent. Les raisons en sont multiples; tout d'abord les acquéreurs de la première heure qui ne veulent pas se dessaisir de leur micro, viennent ensuite les personnes au budget informatique limité et pour qui le ZX 81 est tout particulièrement indiqué compte tenu de son prix de vente; enfin restent ceux qui veulent goûter à la micro-informatique sans trop de risques financiers, pour voir si «ça leur plaît».

Sur bien des points, le ZX-81 apparaît satisfaisant; quelques petits défauts rendent cependant son utilisation désagréable tels l'absence de poussoir de Reset, le clavier à la frappe incertaine et la petite taille de la RAM interne. Cet article va vous proposer un remède à chacun de ces défauts, pour un prix de revient dérisoire eu égard au confort apporté en retour. Ainsi qu'on le verra, ces petites améliorations ne posent guère de problèmes techniques même pour ceux qui ne pratiquent qu'occasionnellement l'électronique.

Le poussoir de Reset

Quel utilisateur de ZX-81 n'a pas pesté contre l'absence de cet accessoire qui impose de débrancher l'appareil du secteur chaque fois qu'un programme en cours d'essai se «plante»? Le remède est pourtant simple à apporter et, hormis pour des considérations de prix de revient, nous ne voyons pas pourquoi Sinclair ne l'a pas prévu d'origine sur ses ZX-81. Il suffit tout simplement de vous procurer un poussoir de petite taille qui fasse contact en appuyant. Ce poussoir pourra se monter en face arrière du

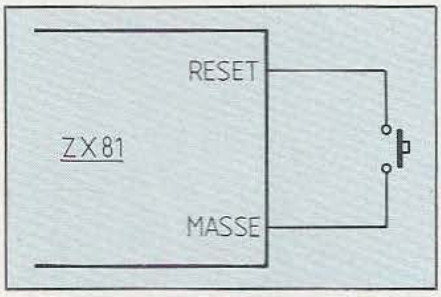
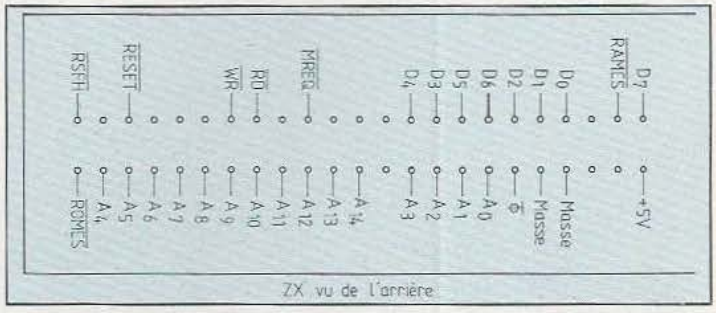


Fig. 1. Entre la ligne Reset et la masse, le poussoir.

Fig. 2. Le meilleur point de raccord se situe près du connecteur arrière.



ZX-81 ou, si vous utilisez des extensions style Memopack qui occupent toute la face arrière, sur une paroilatérale. On le raccordera entre la ligne Reset du Z-80 et la masse comme schématisé figure 1.

Le meilleur point pour raccorder les fils de ce poussoir se situe sur le circuit imprimé au voisinage du connecteur arrière. Il vous suffit, au moyen du brochage indiqué figure 2, de repérer la piste arrivant sur le plot baptisé Reset et une piste de masse. Les fils seront alors soudés juste avant le connecteur de façon à ne pas gêner, par la suite, l'introduction d'extensions.

Si vous n'avez pas acheté votre ZX en kit, sachez que le démontage ne pose pas de problème. Il faut arracher les pieds en caoutchouc qui sont collés avec de la colle (mais oui !), genre néoprène, ce qui dévoile alors trois vis. Dévissez ensuite toutes les vis visibles en repérant leurs positions respectives car elles n'ont pas toutes la même longueur et ne sont donc pas interchangeables. Otez le fond puis dévissez les vis qui retiennent le circuit imprimé que vous pouvez alors manipuler.

Lors de cette intervention, faites très attention aux «câbles plats» de connexion du clavier, ils sont très fragiles et ne supportent pas d'être pliés brutalement à angle droit. Si, par hasard, vous les arrachez de leurs connecteurs accidentellement, pas de panique, il suffit de les enficher à nouveau bien perpendiculairement au circuit imprimé et tout rentrera dans l'ordre. Si vous avez l'intention d'entreprendre les autres améliorations, ne refermez pas votre ZX maintenant; lisez plutôt ce qui suit...

Extensions de la RAM interne

Il n'y a pas de miracle et, si pour savoir 16 K de RAM il faut un boîtier externe, nous n'allons pas ici vous dire que l'on peut arriver à loger 16 K dans le ZX. En revanche, et cela peut être intéressant pour certaines applications, il est très facile de doubler la taille de la RAM interne qui passera alors de 1 K octets à 2 K octets. Cela permet tout de même d'écrire des programmes plus longs... Cette modification, de plus, ne change rien à la compatibilité avec toutes les extensions ultérieures, votre ZX continuant à se comporter, vis-à-vis de celles-ci, comme s'il n'avait que 1 K de RAM interne.

Si vous vous êtes procuré votre ZX 81 en kit et que vous ayez examiné le schéma joint, cette amélioration vous est peut-être venue à l'esprit : en effet, le ZX 81 a été conçu pour recevoir une RAM interne de 1 K ou 2 K ; un strap ayant même été prévu pour passer d'un modèle à l'autre. A notre avis, seule le prix prohibitif des RAM 2 K octets lors de la sortie des premiers ZX a conduit à l'équipement en mémoires de 1 K octets. Quoi qu'il en soit, la modification s'avère très simple à réaliser. Il faut se procurer une mémoire de 2 K mots de 8 bits en boîtier 24 pattes telle que la MK 4802 de Mostek ou la TMM 2016 P de Toshiba. Il faut aussi, si votre ZX est équipé de deux mémoires 2114 en boîtiers 18 pattes, que vous achetiez un support à souder 24 pattes. Si votre ZX est équipé d'une mémoire type 4118 ou 4801 en boîtier 24 pattes, ce support n'est pas utile.

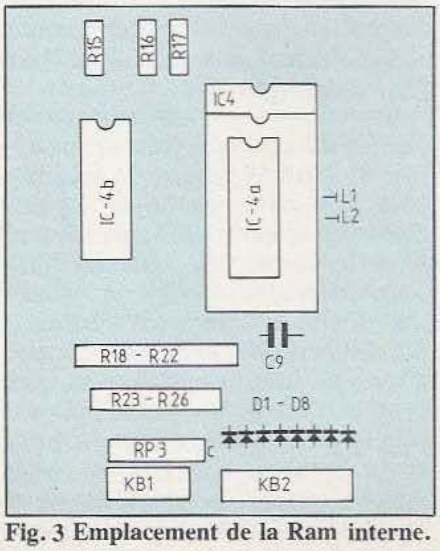
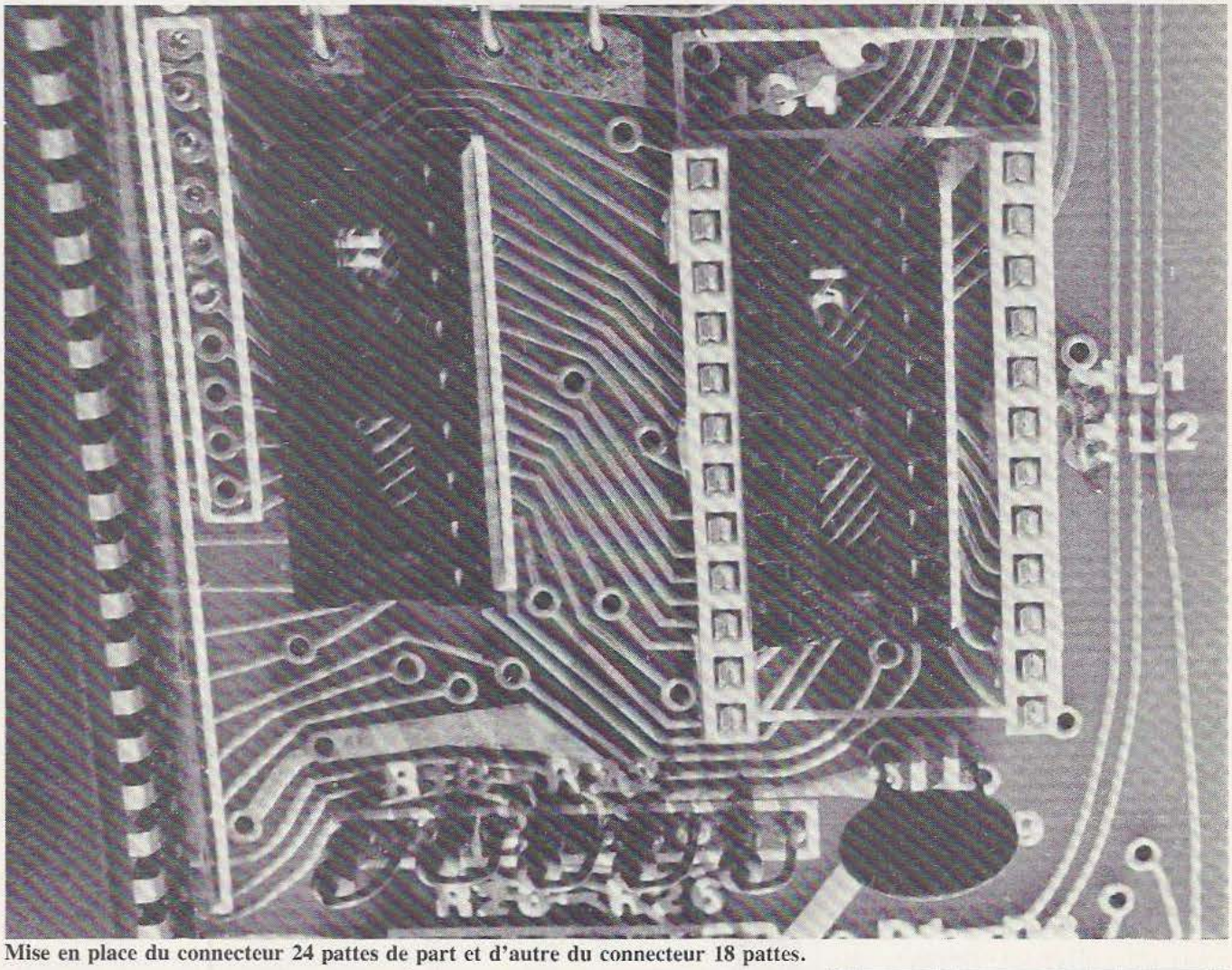


Fig. 3 Emplacement de la Ram interne.

Pour mettre en place votre acquisition deux cas vont se présenter selon que votre ZX est équipé d'une 4118 ou 4801 ou de deux 2114. Commençons par le cas le plus simple : celui de la 4118.

Il vous suffit tout simplement d'enlever la 4118 (ou 4801) de son support et la remplacer par votre 4802 ou TMM 2016. Enlevez le strap L1 situé à côté de cette mémoire (voir figure 3) et remplacez-le par le strap L2. C'est tout : c'est fini. Il va sans dire, mais cela va tout de même mieux en le disant, que vous devez insérer la 4802 dans le même sens que la 4118 (ou 4801) que vous verrez d'enlever.

Si vous avez deux 2114, il va vous falloir travailler un peu plus. En premier lieu, vous enlèverez les deux 2114 de leurs supports respectifs. Si vous examinez la figure 3, vous constaterez que le support 24 pattes devant recevoir la mémoire occupe le même emplacement que celui d'un des supports 18 pattes. En conséquence, et comme nous ne



Mise en place du connecteur 24 pattes de part et d'autre du connecteur 18 pattes.

voulons pas vous faire dessouder ce dernier, nous allons faire un peu de chirurgie. Au moyen d'un cutter bien aiguisé coupez la partie centrale de votre support 24 pattes de façon à ne conserver que les deux rangées de pattes englobées dans le plastique du support. Soudez alors ces deux rangées dans la partie basse de la sérigraphie IC4 en vous aidant des figures 3 et 4 (IC4 peut en effet recevoir un support 28 pattes sans intérêt pour ce qui nous occupe aujourd'hui). Faites attention aux ponts de soudure éventuels, le tracé du circuit imprimé à ce niveau étant assez fin. Mettez ensuite en place le strap L2 puis placez votre mémoire sur le «support» 24 pattes, l'ergot de celle-ci correspondant au repère de la sérigraphie. C'est fini mais c'était un peu plus long que dans le cas précédent!

L'essai de cette modification est décrit au paragraphe afférent; en effet, tant que votre ZX est ouvert, vous pouvez en profiter pour pratiquer une troisième amélioration que nous allons présenter maintenant.

Un «bip» pour le clavier

Le ZX 81 est vendu à un prix très bas et, pour atteindre un tel plancher, il a fallu rogner sur les éléments les plus coûteux, un des plus importants est, dans tout micro-ordinateur, le clavier. Cette économie a eu pour conséquence d'affubler le ZX d'un clavier sur lequel la frappe n'est pas du tout agréable, aucune sensation tactile ne venant indiquer si la touche désirée a bien été prise en compte ou non ce qui oblige l'utilisateur à conserver les yeux braqués sur l'écran après la frappe

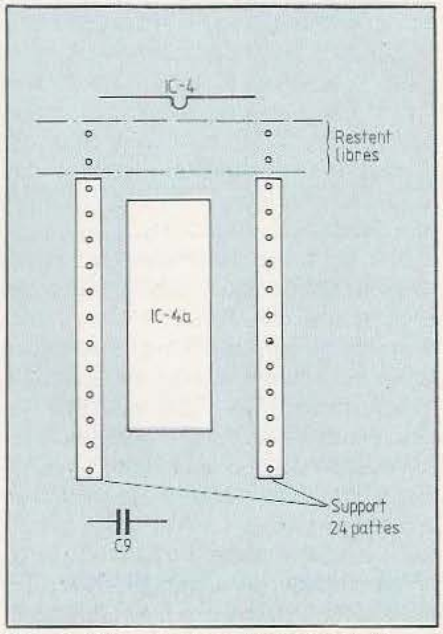
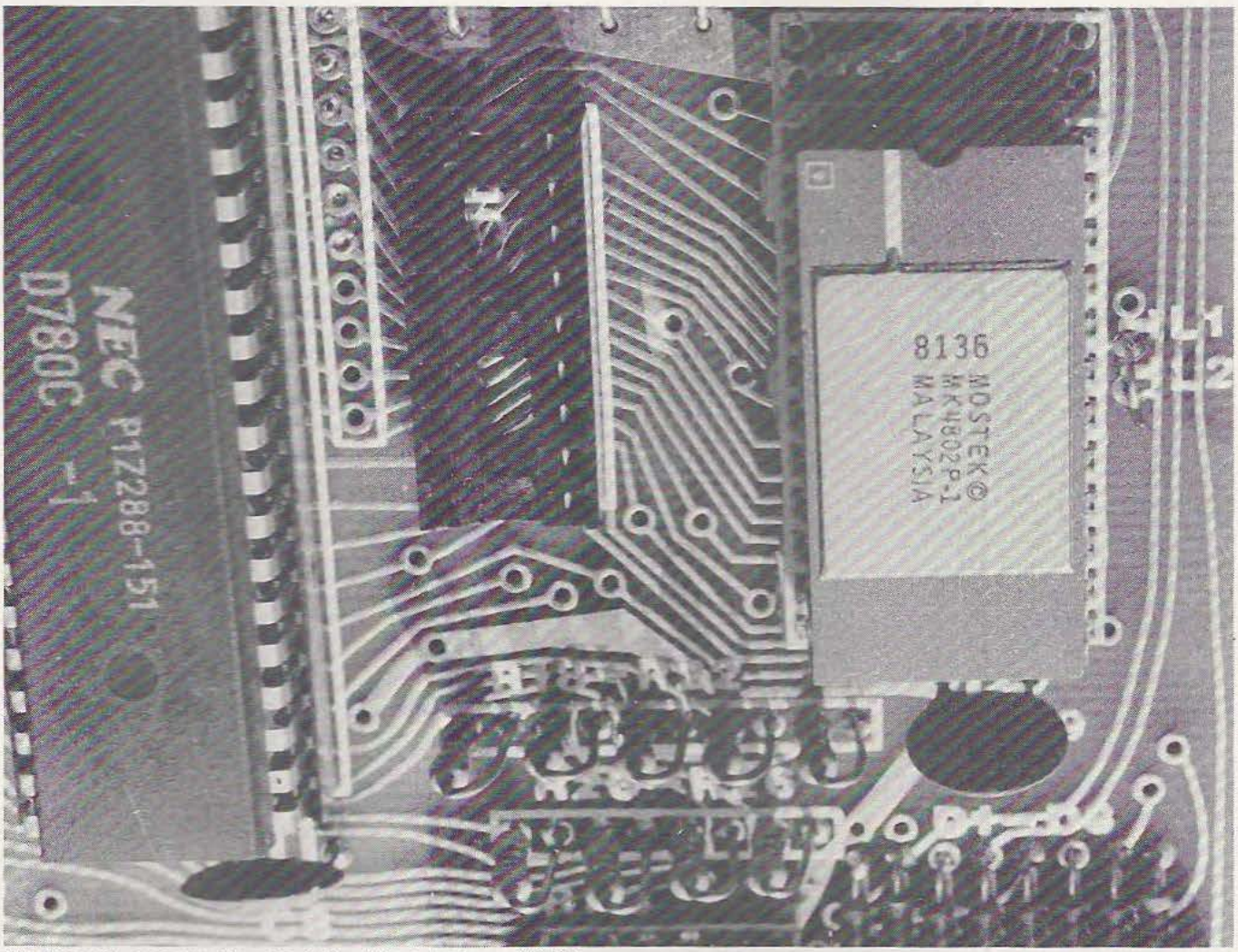


Fig. 4. Mise en place du support 24 pattes.



On jurerait que cette Ram de 2 K octets a toujours été là!

de chaque touche, de manière à voir si la prise en compte a eu lieu.
Pour remédier à cet état de chose plusieurs solutions existent, dont celle du clavier mécanique remplaçant le clavier d'origine. Pour satisfaisante qu'elle soit, cette méthode augmente de façon notable le prix du ZX et lui enlève un peu de son intérêt. Ce que nous vous proposons aujourd'hui est, tout simplement, d'ajouter un petit circuit qui génèrera un «bip» sonore lors de toute pression correcte sur une touche. Vous pourrez alors frapper en regardant votre clavier sans avoir à lever les yeux vers l'écran après chaque frappe.
Si vous vous reportez à la figure 5, vous constaterez que le clavier du ZX 81 est un modèle en matrice. Les lignes KBD0 à KBD5 sont ramenées en permanence au + 5 volts par des résistances de 10 KΩ tandis que les lignes D1 à D8 sont reliées au bus d'adresse du microprocesseur. Lorsque l'on appuie sur une touche, elle met en relation les deux lignes à l'intersection desquelles elle se trouve ce qui fait passer au niveau logique 0 la ligne KBD correspondante. Nous avons mis cette propriété à profit dans notre montage, comme le montre le schéma visible figure 6.
Trois portes NAND en technologie CMOS ont leurs entrées respectives reliées aux lignes KBD précitées. Lorsqu'aucune touche n'est actionnée (ou lorsqu'aucune touche n'est bien actionnée), les entrées de toutes ces portes sont au niveau logique 1 et les sorties sont donc à 0. Elles n'interviennent pas sur le transistor T qui, ayant sa base reliée à la masse par une résistance de 10 KΩ, reste bloqué. Son émetteur se trouve donc au potentiel de la masse et l'entrée RESET du circuit qui fait suite se trouve donc, elle aussi, à la masse. Le circuit en question n'est autre que le célèbre timer 555 monté ici en multivibrateur à fréquence audible déterminée par les résistances de 2,2 KΩ, 390 Ω et le condensateur de 0,1 μF. Ce multivibrateur commande un petit haut-parleur que vous pourrez récupérer n'importe où, son impédance n'ayant guère d'importance. Une résistance R, de valeur à déterminer expérimentalement, fixe le niveau sonore en fonction de vos goûts et de l'impédance du haut-parleur. Une valeur de l'ordre de 100 à 220 Ω est à prévoir.
Lorsqu'on actionne une touche, la ligne KBD correspondante passe à 0 et la sortie de la porte qui est reliée

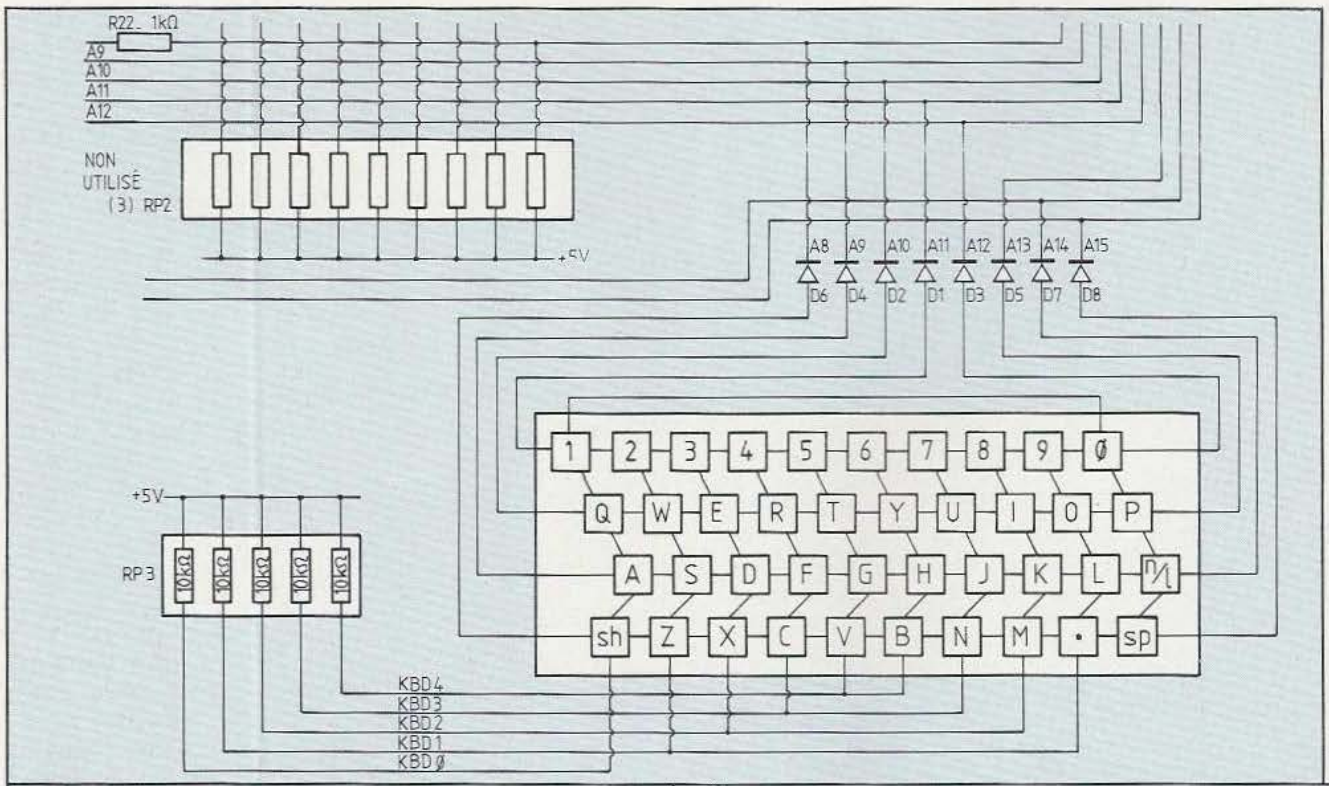


Fig. 5. Schéma du clavier du ZX 81.

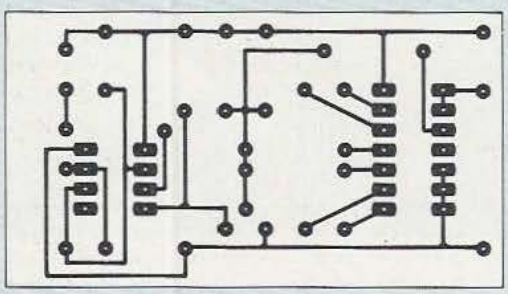


Fig. 8. Circuit imprimé, côté cuivre, échelle 1.

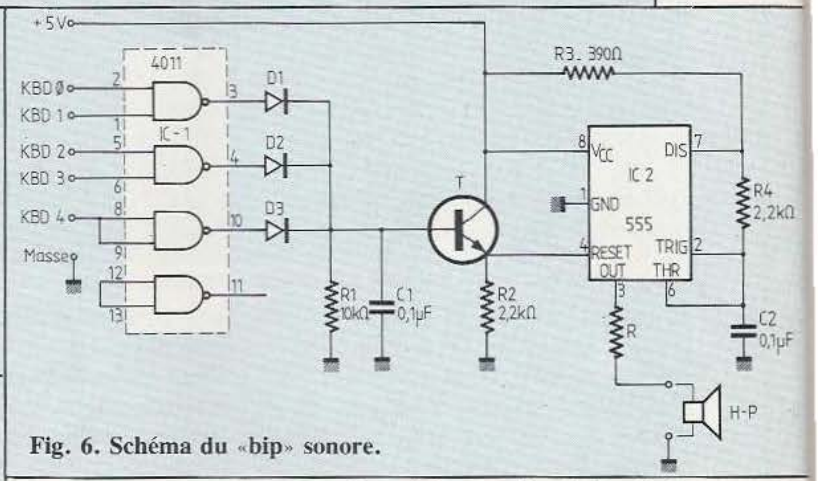


Fig. 6. Schéma du «bip» sonore.

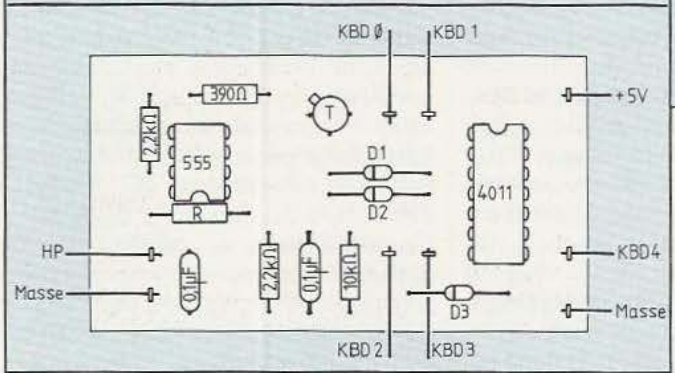


Fig. 9. Implantation des composants.

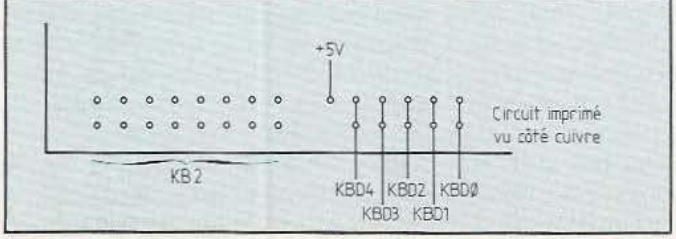


Fig. 10 a. Brochage du connecteur KB1.

passe alors à 1 ce qui, via la diode correspondante, rend conducteur T et débloque alors le 555 car sa ligne RESET remonte à + 5 volts via l'espace collecteur/émetteur du transistor; un son se fait donc entendre tant que dure la pression.

Les trois diodes forment une porte OU évitant les courts-circuits au niveau des sorties des trois portes NAND. En effet, il ne faut en aucun cas relier deux sorties de ce type car lorsque l'une est à 1 et l'autre est à 0, l'on réalise un court-circuit de l'alimentation au travers des transistors de sortie des portes ce qu'ils n'apprécient pas du tout (et pas

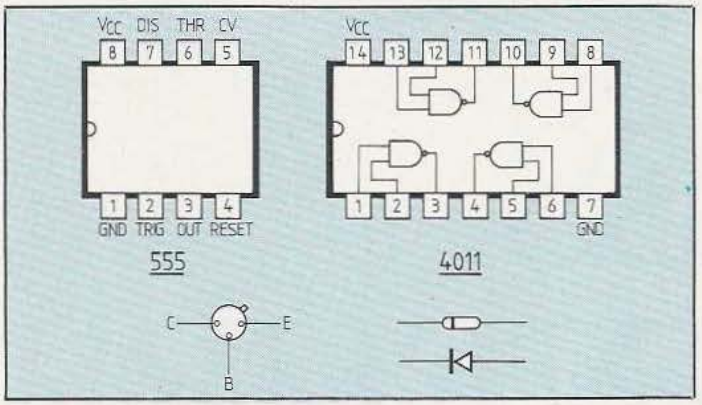


Fig. 10 b. Brochage du 555, du 4011, des diodes et du transistor.

longtemps non plus d'ailleurs).
La nomenclature des composants, peu critique, est indiquée figure 7. Les supports sont tout à fait facultatifs et nous ne vous les conseillons que si vous tentez ici vos premières expériences de soudeur. Dans le cas contraire, et à condition de ne pas trop les chauffer, les circuits ne craignent rien. On peut réaliser le montage sur un morceau de bakélite perforée tant il est simple ou, si vous aimez les réalisateurs plus propres, sur un morceau de circuit imprimé dont nous vous proposons un dessin figure 8.
L'implantation des composants, indiquée figure 9, n'appelle pas d'autre remarque que celle vous conseillant de respecter l'ordre de montage traditionnel : supports, résistances, condensateurs, diodes, transistors et, en dernier, circuits intégrés. Veillez à la bonne orientation de ces derniers ainsi qu'à celle du transistor et des diodes.
Il faut ensuite raccorder le montage au ZX 81 : on s'aidera de la figure 10 qui indique le brochage du connecteur KB1. La meilleure solution consiste à souder des fils isolés souples, côté cuivre du circuit imprimé du ZX, sous ce connecteur. Compte tenu de la fragilité du «câble plat» de liaison avec le clavier vis-à-vis de la température, il est prudent d'enlever celui-ci de KB1 pendant le soudage des fils.
Le montage peut être placé dans un petit coffret externe qui recevra aussi le haut-parleur. Il est en effet matériellement impossible de l'inclure dans le ZX sans se livrer à des acrobaties dangereuses pour la vie de cette machine.

Les essais

La première opération à effectuer, par prudence, est de refermer le boîtier non sans avoir vérifié et revérifié votre travail. Le montage, s'effectue : dans l'ordre inverse du démontage à savoir mise en place du «câble plat» dans le connecteur KB1 si vous l'aviez enlevé, montage du circuit imprimé dans le boîtier puis fermeture de celui-ci. Veillez à ce que le câble du clavier ne se trouve pas pincé et, lors de la mise en place des vis qui tiennent le circuit imprimé, regardez le fond du boîtier pour ne pas vous tromper de trous, certains d'entre eux étant utilisés pour visser le fond.
L'essai des diverses modifications est alors quasiment immédiat. Celui du poussoir de Reset est très simple : appuyez et constatez. Si ça ne marche pas, ou votre poussoir ne fait pas contact, ou vous vous êtes trompé en repérant les pistes où ont été soudés les fils.
Pour la RAM, on tente l'essai dès la mise sous tension : en effet le ZX teste sa RAM lors de chaque mise sous tension et le curseur n'apparaît qu'après; s'il est apparu, tout est correct.
Si vous voulez vous en persuader, allez lire le contenu de RAMTOP en 16388 et 16389 pour voir que vous avez plus de 1 K... Un mauvais fonctionnement ne peut venir que d'une mémoire défectueuse ou mal enfichée dans son support, ou d'une mauvaise soudure si vous avez dû souder un support.
L'essai du «bip» du clavier est, lui aussi, immédiat. Précisons tout de même que deux événements normaux pourront vous surprendre. Tout d'abord, la simplicité du principe utilisé ne permet pas de faire de différence entre la pression sur une touche et la pression sur plusieurs touches, ce qui signifie que, si vous devez appuyer sur SHIFT et sur une autre touche, la pression correcte sur l'une des deux suffira à déclencher le «bip»; il faudra donc regarder l'écran dans ce cas. D'autre part, ne soyez pas surpris si le son produit vous semble parfois «hésitant», cela signifie que la pression sur la touche n'est pas franche ou que vous appuyez à la limite du bord de la touche ce qui produit, au niveau des lignes du clavier, un contact douteux.

Conclusion

Nous n'avons pas la prétention de vous avoir présenté des montages très originaux; tout au plus souhaitons-nous vous avoir permis d'améliorer à moindre frais le confort d'utilisation de votre ZX 81. Nous aurons l'occasion, dans de futurs numéros, de vous présenter des réalisations plus étoffées pour ce micro-ordinateur ainsi que des utilisations intéressantes dans les domaines les plus variés. ■

C. Tavernier

Nomenclature des composants	
Résistances	
R1	: 10.000 Ω
R2, R4	: 2.200 Ω
R3	: 390 Ω
R	: voir texte
Condensateurs	
C1, C2	: 0,1 µF polyester
Circuit intégré	
IC 1	: LD 4011, ML 14011...
IC 2	: LM 555 CN, NE 555...
Transistor, diodes	
T	: 2N 2222, 2N 2219
D1, D2, D3	: 1N 4148, 1N 914
Divers	
HP	: haut-parleur (Cf. texte)

Fig. 7 : Nomenclature des composants.

LES ACTIONNEURS

Les robots sont constitués de quatre sortes d'éléments : la partie mécanique (elle-même constituée d'une structure ou squelette, d'éléments de transmission et d'équilibrage), les actionneurs et leurs commandes, les capteurs, l'ordinateur de commande et ses cartes d'asservissement.

Nous avons vu dans le dernier numéro que la forme était intimement liée à la fonction, nous allons voir que l'une et l'autre dépendent également du type d'actionneur utilisé.

Le terme «actionneur» est un terme général désignant tous les éléments moteurs, qu'ils soient moteurs électriques, vérins, ou même électro-aimants. Il faut distinguer trois sortes d'actionneurs suivant leur source d'énergie :

— les actionneurs électriques
— les actionneurs hydrauliques
— les actionneurs pneumatiques

Ces trois types d'actionneurs se subdivisent en trois classes selon le mouvement qu'ils engendrent :

— mouvement alternatif
— mouvement rotatif
— mouvement linéaire.

Nous n'examinerons ici que les actionneurs les plus utilisés en robotique, tout en donnant les raisons de ces choix.

Du point de vue de la mise en œuvre, les actionneurs électriques sont les plus simples, puisqu'il suffit d'un câble pour les alimenter. La simplicité de mise en œuvre et la facilité d'entretien jouent un rôle très important en robotique.

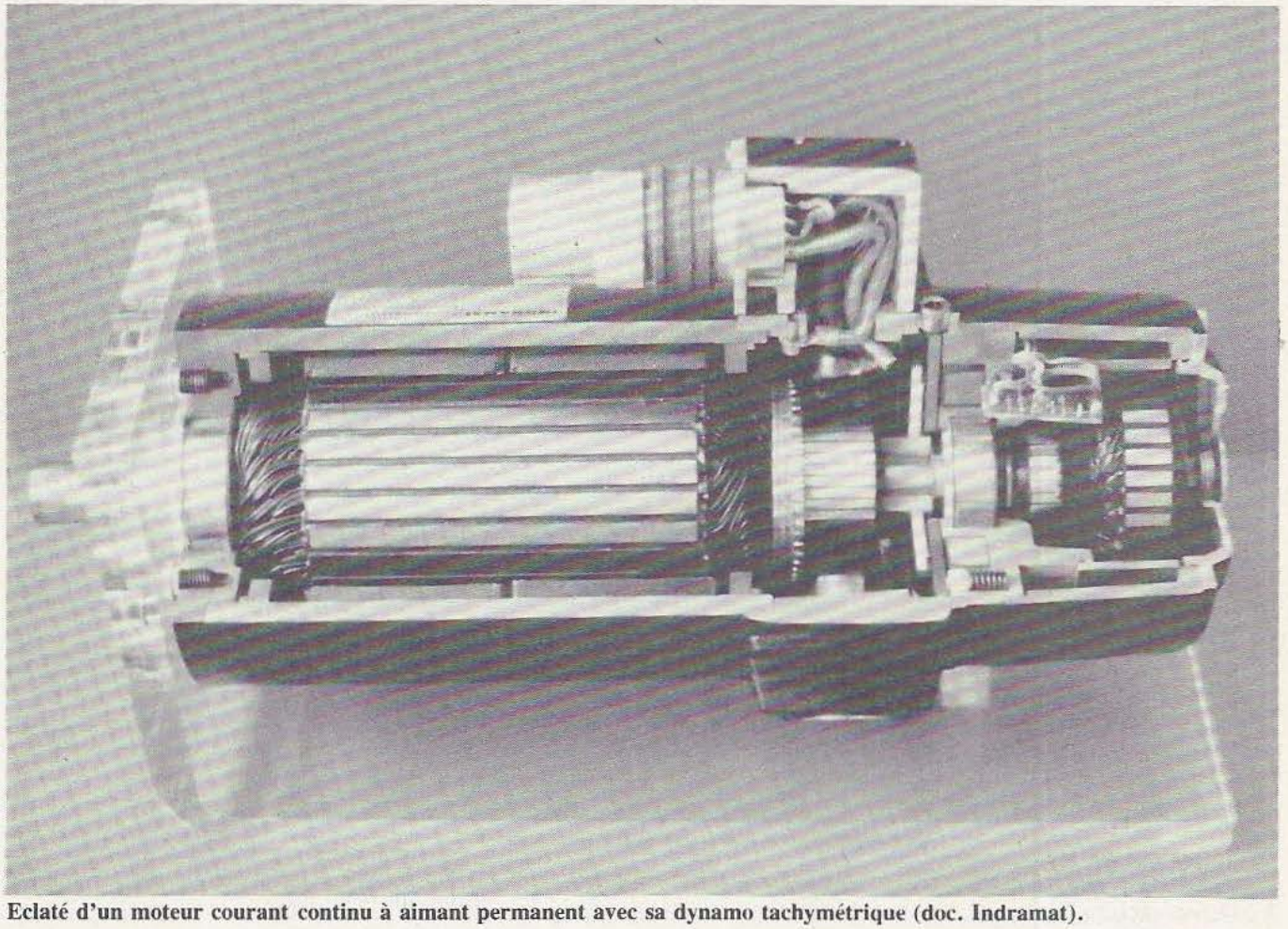
Les actionneurs sont aux robots ce que les muscles sont à l'homme, mais la comparaison s'arrête là, très provisoirement...

Les actionneurs électriques

Les actionneurs électriques de la robotique sont essentiellement des moteurs rotatifs, les plus utilisés étant les moteurs à courant continu ou moteurs-couples à aimants permanents et les moteurs pas-à-pas. Ils ont tous les deux leurs avantages et leurs inconvénients, mais on peut constater que les moteurs à courant continu s'utilisent surtout sur les gros robots, et les moteurs pas-à-pas sur les petits. Examinons d'abord les moteurs à courant continu. Il en existe de deux sortes, mais leur principe de fonctionnement reste le même dans les deux cas : ils sont constitués d'un rotor en fil de cuivre bobiné et d'un stator en aimants permanents. Dans un cas le rotor possède une forme cylindrique et le moteur est de type «saucisson» (c'est le terme consacré !), dans l'autre cas, le rotor est plat, en forme de disque et il s'agit d'un moteur plat.

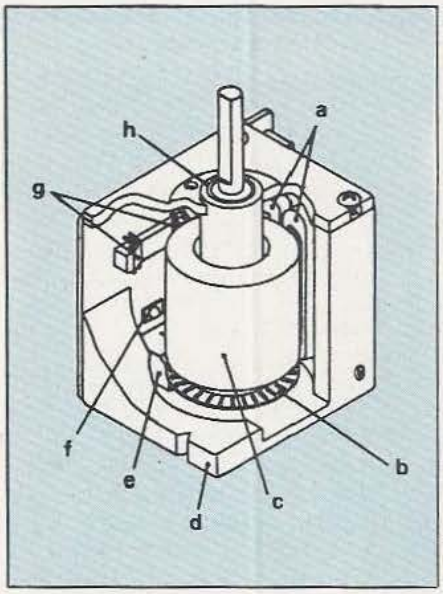
Comme leur nom l'indique, ces moteurs se commandent par courant continu, transmis au rotor via les balais et le collecteur lequel permet, en tournant, de commuter les bobinages du rotor. A l'intensité du courant correspond un couple, et à une tension correspond une vitesse. En réalité, pour que la vitesse soit vraiment asservie et pour que le moteur se comporte de façon stable, il est en général muni, lors de sa fabrication, d'une dynamo-tachymétrique. La dynamo-tachymétrique fonctionne sur le même principe que le moteur, mais de façon inverse : elle fournit une tension en fonction de la vitesse. Il suffit donc de mesurer cette tension pour connaître la vitesse réelle en charge du moteur et de modifier en conséquence la tension de commande du moteur pour obtenir une vitesse bien déterminée. Ces moteurs se trouvent quelquefois munis d'un frein de maintien (en cas de coupure de courant), et d'un capteur de position monté directement en bout d'arbre (pour l'asservissement en position sans intermédiaire). Ce qui caractérise ces moteurs, c'est qu'ils peuvent fournir un couple permanent quelle que soit leur vitesse (de la vitesse zéro à la vitesse nominale).

Les moteurs à courant continu sont commandés et asservis par un variateur ou amplificateur d'asservissement. Lorsque la source d'énergie électrique est une tension alternative, elle est soit découpée soit redressée. Il existe deux types de variateur électronique :

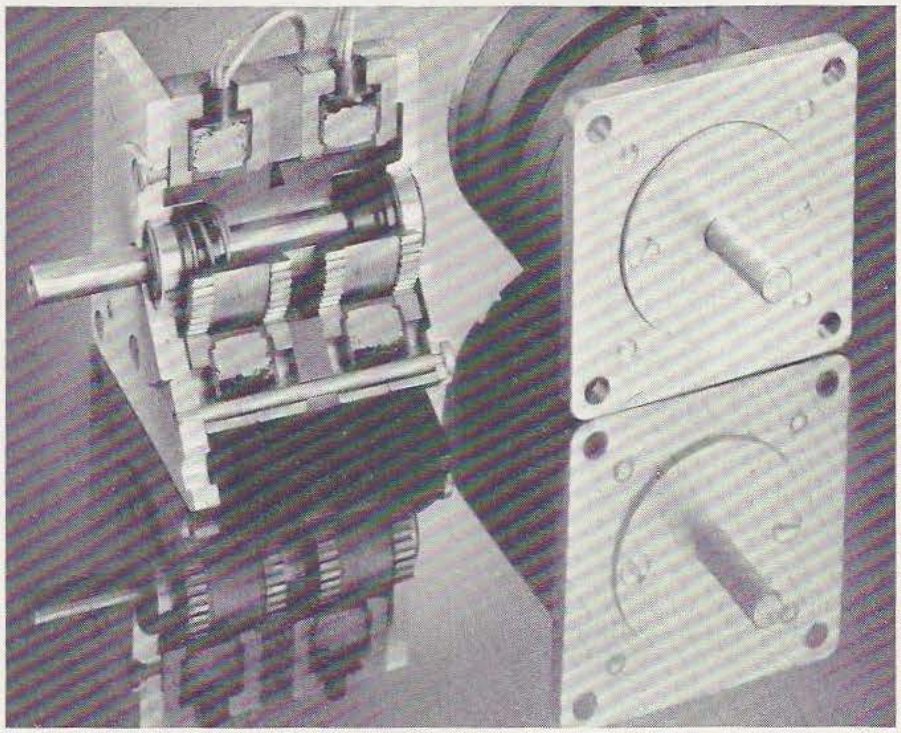


Eclaté d'un moteur courant continu à aimant permanent avec sa dynamo tachymétrique (doc. Indramat).

— l'amplificateur à thyristor
— l'amplificateur à transistor.
Les deux sont utilisés en robotique. Du point de vue de l'asservissement, l'amplificateur à transistor s'avère meilleur, mais les transistors restent limités en puissance et il faut convertir le courant alternatif en courant continu. L'amplificateur à thyristor découpe directement le courant alternatif et ne connaît aucune limite de puissance dans ce domaine. Petite précision technique : tous ces variateurs travaillent sur quatre «quadrants». Cela signifie qu'ils contrôlent le couple et la vitesse des moteurs dans les deux sens, que le couple soit positif ou négatif. Un variateur fonctionnant sur un seul quadrant ne pourrait faire démarrer un moteur que dans un seul sens, et ce moteur ne serait freiné que par les frottements. Les avantages de ce type de moteur, en robotique, peuvent se résumer ainsi :
— asservissement simple et précis
— facilité de mise en œuvre
— bon rapport puissance/masse
— peu limités en puissance
— robustesse
— temps de réponse très courts, surtout pour les moteurs plats
— plage d'asservissement très élevée
— peu d'entretien lorsqu'ils sont bien dimensionnés.
N'oublions pas, cependant, de signaler quelques inconvénients :
— prix relativement élevé
— problèmes d'échauffement et d'entretien lorsqu'ils sont dimensionnés «un peu juste»
— rapport couple/masse limité pour les robots industriels.
Tous ces inconvénients (à part le prix) sont en voie de résolution avec l'apparition récente des moteurs à commutation électronique.
Autre grande catégorie, les moteurs pas-à-pas : ils se distinguent des moteurs à courant continu, essentiellement par le fait qu'ils possèdent mécaniquement et magnétiquement, des positions angulaires privilégiées. Ce type de moteur ne peut fonctionner que pas par pas (d'où leur nom). Pour le faire tourner d'un pas, il faut lui envoyer une impulsion, et pour le faire tourner à une vitesse donnée, il faut lui envoyer une suite d'impulsions à fréquence fixe. Par comparaison, le moteur courant continu peut prendre n'importe quelle position angulaire et il suffit de lui envoyer une tension pour le faire tourner à une vitesse donnée. En revanche, le moteur pas-à-pas ne possède pas de collecteur, ce qui réduit son entretien à zéro. De plus, étant donné qu'il tourne d'un pas à chaque im-



Moteur d'entraînement direct du Compact Disc Technics SLP10. a : bobinage du stator. b : génératrice tachymétrique. c : aimant. d : armature du stator. e : détecteur photo-électrique. f : Led. g : détecteur à effet Hall. h : palier.



Moteur pas-à-pas RTC à haute résolution (200 pas par tour).

pulsion de commande, il n'est plus nécessaire de lui adjoindre un capteur de position pour asservir cette grandeur (à condition qu'il fasse bien le nombre de pas correspondant au nombre d'impulsions !). Il existe toutes sortes de moteurs pas-à-pas, mais ils fonctionnent tous suivant le principe évoqué ci-dessus, et possèdent en général 200 ou 400 pas par tour. Ce type de moteur est relativement bon marché, car son asservissement reste simplifié.

Les moteurs pas-à-pas sont commandés par un translateur servant à calibrer en tension et en courant les impulsions de commande, et à limiter la fréquence de ces impulsions dans les phases d'accélération et de décélération pour éviter la perte de pas. Le translateur s'alimente en courant continu, et le calibrage est effectué par des transistors. Au nombre des avantages d'un moteur pas-à-pas :

— simplicité de mise en œuvre
— convient bien à l'informatique car la commande se fait par impulsions
— entretien nul
— dimensions réduites (pas de dynamo-tachymétrique, pas de capteur de position)
— robustesse
— prix peu élevé

Avantages contrebalancés par quelques inconvénients :

— limitation en puissance
— rapport puissance/masse peu élevé
— avance par à-coups surtout en basse vitesse
— limitation du temps de réponse

En ce qui concerne *Micro et Robots*, ce sont les moteurs que nous rencontrerons le plus souvent, car ils se trouvent à des prix abordables. Par ailleurs, ces moteurs font de plus en plus de progrès, et ils sont de moins en moins limités en puissance. De plus, ils ne nécessitent pas de convertisseur numérique/analogique, contrairement aux moteurs à courant continu.

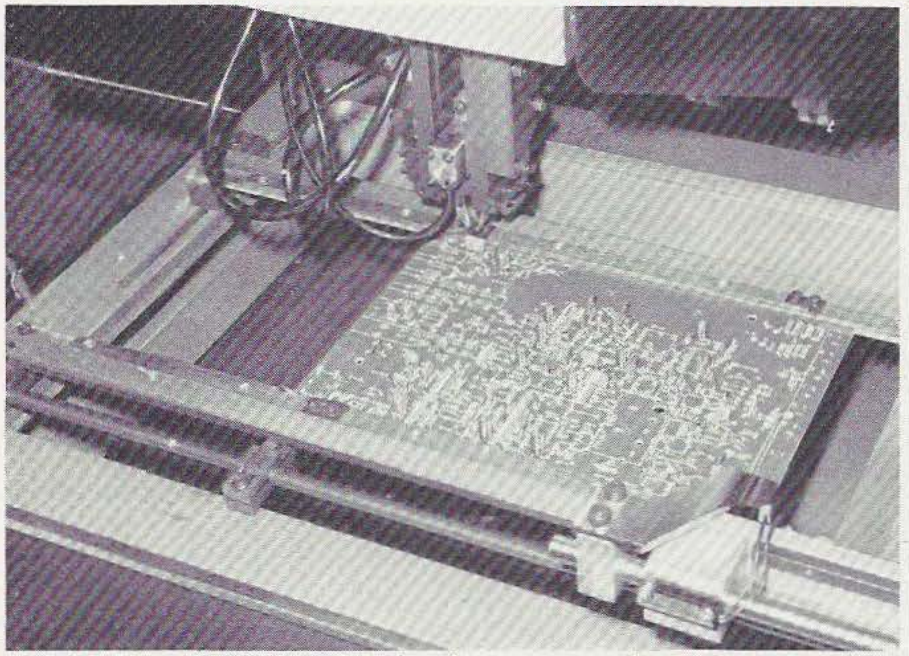
Dernière catégorie, les moteurs linéaires électriques : en pratique, le moteur linéaire électrique n'est pas employé en robotique. On utilise souvent ce que l'on appelle un vérin électrique, mais ce n'est en fait qu'un moteur électrique muni d'une vis convertissant le mouvement rotatif en mouvement linéaire. D'ailleurs, un vrai moteur linéaire manquerait de «rigidité» pour permettre un bon asservissement.

Les actionneurs hydrauliques

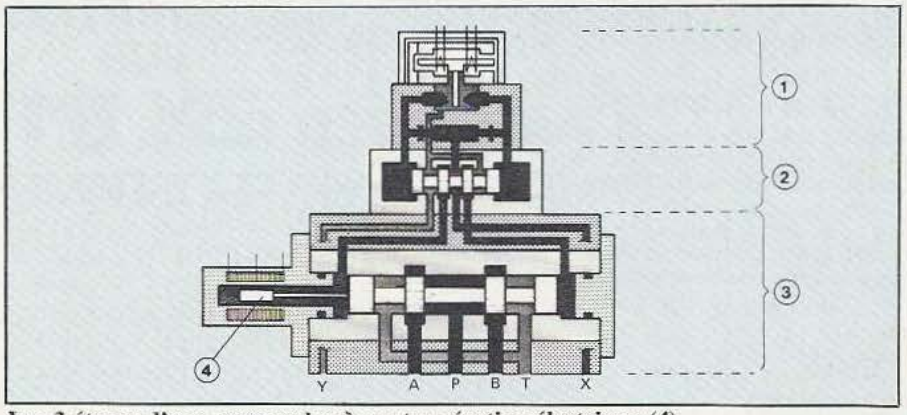
Les actionneurs hydrauliques de la robotique sont le plus souvent des moteurs hydrauliques, mais le vérin est aussi très utilisé, car il simplifie la cinématique et en diminue les coûts. Cependant ce type d'actionneurs ne se rencontre pratiquement que sur les robots industriels.

Il existe plusieurs types de moteurs hydrauliques, mais le principe reste toujours le même : la pression du liquide détermine le couple, le débit donne la vitesse.

Il est donc possible de faire un parallèle entre pression hydraulique et tension électrique, entre débit et courant, mais la comparaison s'arrête là. Les moteurs hydrauliques sont très utilisés dans les robots de puissance du fait de leur rigidité (par ailleurs leurs temps de réponse sont très courts) et de leur rapport puissance/masse, le plus élevé de tous les actionneurs. Par contre, ils nécessitent l'utilisation de servo-valves (valves de commande très chères et fragiles) et la mise en place d'une centrale hydraulique commandée par un moteur électrique pour générer pression et débit hydrauliques.



Machine d'insertion de composants à actionneur pneumatique.



Les 3 étages d'une servo-valve à contre-réaction électrique (4).

La commande des moteurs rotatifs hydrauliques se fait à deux niveaux : au niveau hydraulique par la servo-valve, et au niveau électrique par l'amplificateur d'asservissement. Ces moteurs se trouvent en général munis d'une dynamo-tachymétrique et/ou d'un capteur de position. L'ensemble de ces contraintes en fait un matériel uniquement réservé aux spécialistes.

Parmi les avantages :

— rapport puissance/masse pratiquement inégalé à ce jour
— temps de réponse très courts
— non limité en puissance
— peu d'échauffement car l'élément de puissance (la centrale) est aussi un élément réfrigérant.

Mais les inconvénients ne manquent pas :

— prix élevé
— difficile à mettre en œuvre
— fragilité des servo-valves
— entretien très important
— tuyauterie à haute pression dans les organes du robot
— rendement énergétique plutôt mauvais

Quant aux moteurs linéaires hydrauliques, il en existe de deux types :

— les servo-vérins à servo-valve (les mêmes que pour les moteurs rotatifs)
— les servo-vérins à commande par moteur électrique.

Il serait trop compliqué d'aller dans le détail de ces deux technologies; ce qu'il faut en retenir c'est que les servo-vérins à commande par moteur électrique sont plus simples à utiliser, surtout lorsque le moteur électrique est un moteur pas-à-pas. Les avantages et inconvénients sont à peu près les mêmes que pour les moteurs rotatifs hydrauliques sauf que, compte tenu de la simplification de la cinématique, les coûts globaux de construction sont un peu moins élevés ; en revanche il est un peu plus difficile d'obtenir un asservissement rigide (la «rigidité» varie selon la position du vérin).

Les actionneurs pneumatiques

Les actionneurs pneumatiques sont très employés pour les mouvements simples de type tout ou rien, mais peu en robotique (sauf pour les robots non programmables à mouvements répétitifs). C'est bien dommage, car on se trouve en présence d'une technologie bon marché et l'on dispose en quantité du fluide utilisé pour la transmission de l'énergie : l'air. Malheureusement l'air possède un gros défaut, sa compressibilité. Commander une masse, un moteur ou un vérin à distance par de l'air, même à haute pression, revient un peu à commander cette masse ou ce moteur par un ressort qui manque, on le sait, de rigidité. Cependant cette technologie est quelquefois utilisée en moteur pas-à-pas ce qui pourrait en faire un actionneur très intéressant pour la robotique.

L'avenir

Il semble bien que les moteurs électriques prendront une place très importante dans les robots de l'avenir. En effet, les progrès récents des moteurs à courant continu sans collecteur (à commutation électronique) permettent de penser que leur rapport puissance/masse rattrapera bientôt celui des moteurs hydrauliques (leur principal avantage). Du point de vue précision d'asservissement et rigidité, ils les ont déjà rejoints et même dépassés. Pour les petits et moyens robots (sûrement les plus nombreux à l'avenir), les moteurs électriques pas-à-pas resteront les maîtres incontestés, à cause de leur prix et de leur facilité d'interfaçage avec l'ordinateur. ■

Pierre-Alain Cotte

collection MICRO SYSTEMES ETSF

G. ISABEL

50 PROGRAMMES POUR ZX 81

POCHE - *informatique* 1

Cinquante programmes pour ZX 81

Utiles ou divertissants, les programmes qui sont rassemblés dans cet ouvrage sont originaux et utilisent au mieux toutes les fonctions du ZX 81. Ils sont tous écrits pour la version de base de ce micro-ordinateur avec mémoire RAM de 1 K. **Loin d'être limités, ils constituent au contraire un exercice très intéressant pour apprendre à ne pas dépasser la place mémoire disponible.**

Votre propre imagination et les idées développées dans cet ouvrage vous permettront de créer, très rapidement, des programmes personnels.

par G. ISABEL — *128 pages.*
Collection Poche informatique n° 1. — *PRIX : 42 F port compris*

P. GUEULLE

MONTAGES PÉRIPHÉRIQUES POUR ZX 81

POCHE - *informatique* 2

Montages périphériques pour ZX 81

Dans cet ouvrage, Patrick Gueulle, auteur de nombreux livres sur le ZX 81, vous propose de **construire vous-même des interfaces et périphériques** pour ce micro-ordinateur. Les périphériques retenus ont été sélectionnés pour leur utilité pratique. Ainsi l'auteur vous propose de résoudre vos problèmes d'enregistrement automatique, de réaliser une horloge temps réel... et vous conseille pour l'assemblage et le dépannage.

Il vous propose également une sélection de **logiciels** écrits en Basic et en langage machine qu'il vous suffira de frapper au clavier pour doter le ZX 81 de possibilités parfois insoupçonnées.

par P. GUEULLE — *128 pages.*
Collection Poche informatique n° 2. — *PRIX : 42 F port compris.*

C. GALAIS

PASSEPORT POUR APPLESOFT

POCHE - *informatique* 3

Passeport pour Applesoft

Ce livre s'adresse aussi bien au débutant en informatique qu'au programmeur expérimenté. C'est le manuel nécessaire à tout utilisateur du « Basic étendu », car toutes les instructions, fonctions et commandes y sont répertoriées dans l'ordre alphabétique.

Le débutant y **apprendra le Basic** en tapant les programmes et en lisant l'explication qui est donnée pour chacun d'eux. Le programmeur expérimenté pourra y **retrouver instantanément une commande, fonction ou instruction.**

par C. GALAIS — *160 pages*
Collection Poche informatique n° 3. — *PRIX : 49 F port compris.*

Passeport pour Basic

De ABS à XDRAW, cet ouvrage regroupe toutes les commandes, fonctions et instructions des différents Basic.

Vous l'utiliserez soit comme un dictionnaire alphabétique pour connaître rapidement l'emploi d'un « mot » Basic particulier, soit comme un guide de transcription de programmes, puisque les termes propres à certaines machines sont repérés par des symboles graphiques.

Un livre clair et pratique à garder à portée de la main.

par R. BUSCH — *128 pages.*
Collection Poche informatique n° 4. — *PRIX : 42 F port compris.*

Mathématiques sur ZX 81 : quatre-vingts programmes

Analyse, algèbre linéaire, statistiques, probabilités... Une gamme très complète de programmes bien conçus pour le lycéen, l'étudiant ou le mathématicien. Pour ceux qui ne possèdent pas de ZX 81, l'auteur explique la démarche qui leur permettra de programmer leurs calculs sur d'autres matériels. L'auteur vous propose ainsi des programmes sur le tirage au sort et les tris, les calculs avec les entiers, les fonctions numériques, la réalisation d'une équation, l'intégration, les vecteurs et matrices, les lois de probabilité discrètes et continues...

par M. ROUSSELET — *128 pages.*
Collection Poche informatique n° 5. — *PRIX : 42 F port compris.*

R. BUSCH

PASSEPORT POUR BASIC

POCHE *informatique* 4

M. ROUSSELET

MATHEMATIQUES SUR ZX 81
80 PROGRAMMES

POCHE - *informatique* 5

Commande et règlement à l'ordre de la LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.

PRIX PORT COMPRIS
Joindre un chèque bancaire ou postal à la commande

L'ESPACE GRAPHIQUE

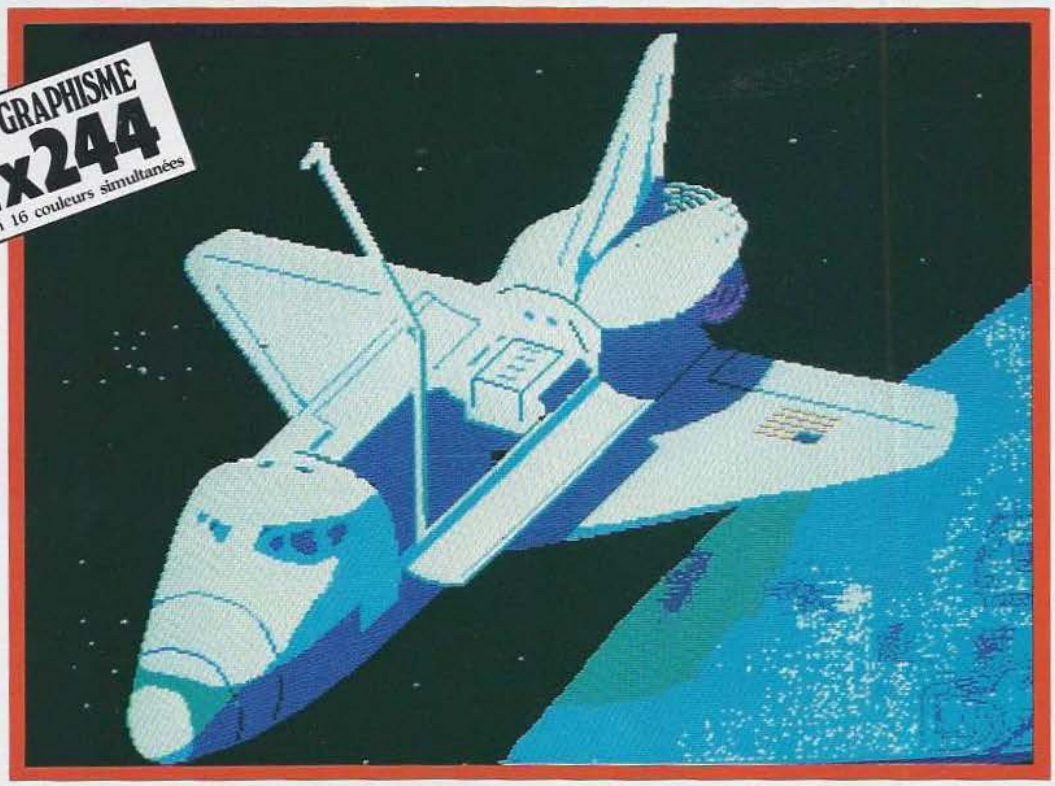


*Image réalisée sur le micro-ordinateur **DAI** avec le programme **CLIO***

NOUVEAU : DAI 6700 Frs T.T.C.
prix indicatif au 1.9.83

avec 16 programmes dont "initiation au basic"

DAI : l'espace graphique

C'était dans l'air : la résolution augmente et les prix baissent. C'est aujourd'hui chose faite avec **DAI : pour 6700 Frs,** vous pouvez vous offrir une résolution de **512 x 244 points** en **16 couleurs** plein écran.

Les atouts principaux du **DAI en version de base :**

- ♦ un **vrai clavier** avec majuscules et minuscules
- ♦ sa **rapidité** (1000 boucles FOR→NEXT en 0,25 s.)
- ♦ la synthèse musicale **stéréophonique** sur 4 générateurs simultanés
- ♦ **une des plus grandes définitions graphiques** sur le marché de l'informatique
- ♦ un véritable **éditeur** de texte incorporé (Scrolling, INSERT, DELETE)
- ♦ des **interfaces puissantes.** 15 interfaces en version de base : 2 interfaces cassette, 1 interface musicale, 1 interface couleur, 3 ports parallèles programmables (2 entrées pour manettes de jeu en 3 dimensions), 6 convertisseurs analogiques-digitaux, 1 interface processeur arithmétique, 1 bus d'extensions générales.

Les **extensions** du **DAI** vous permettent toutes les applications personnelles, graphiques et industrielles, grâce aux floppys-disques, aux cassettes digitales rapides, aux imprimantes, aux tables traçantes et à la vaste gamme des cartes industrielles (cartes de puissance, testeur de température, etc...) enfin, toute une gamme de **logiciels** de jeux, d'applications diverses et pédagogiques.

DAI n'est pas un nouveau venu, et dans le monde de la micro-informatique, **l'expérience, ça compte.**

Démonstration et vente à :

MULTISOFT distributeur sur la France
25, rue Bargue 75015 PARIS - ✆ 783.88.37
Nous adresser directement votre demande de documentation par simple lettre

A.C.C.S. - LES ULIS - ✆ 928 41 55

A titre d'exemple, voici 5 programmes choisis parmi plus de **700 logiciels** existants.

DUEL
Battez-vous en duel au moyen-âge en temps réel contre le DAI.

PUZZLY
Plusieur puzzles pour les très, très malins.

DAYLAXIAN
Un terrible combat dans l'espace...

FRANCE
Un véritable jeu pédagogique

CLIO
Pour la conception ludique d'images par ordinateur.

D.A.I. est un produit **INDATA N.V.** Frans Smoldersstraat, 18 - 1940 ZAVENTEM (Belgique)

91

LEGO ERGO SUM

Etrange robot que ce Syndactyle bâtisseur, à mi-chemin entre un jouet sophistiqué et une machine tactique capable d'opérations complexes. Sa fonction ? Prendre des cubes, les empiler comme on construit un mur. Ses composants ? Un microprocesseur, quelques servos et du Lego...

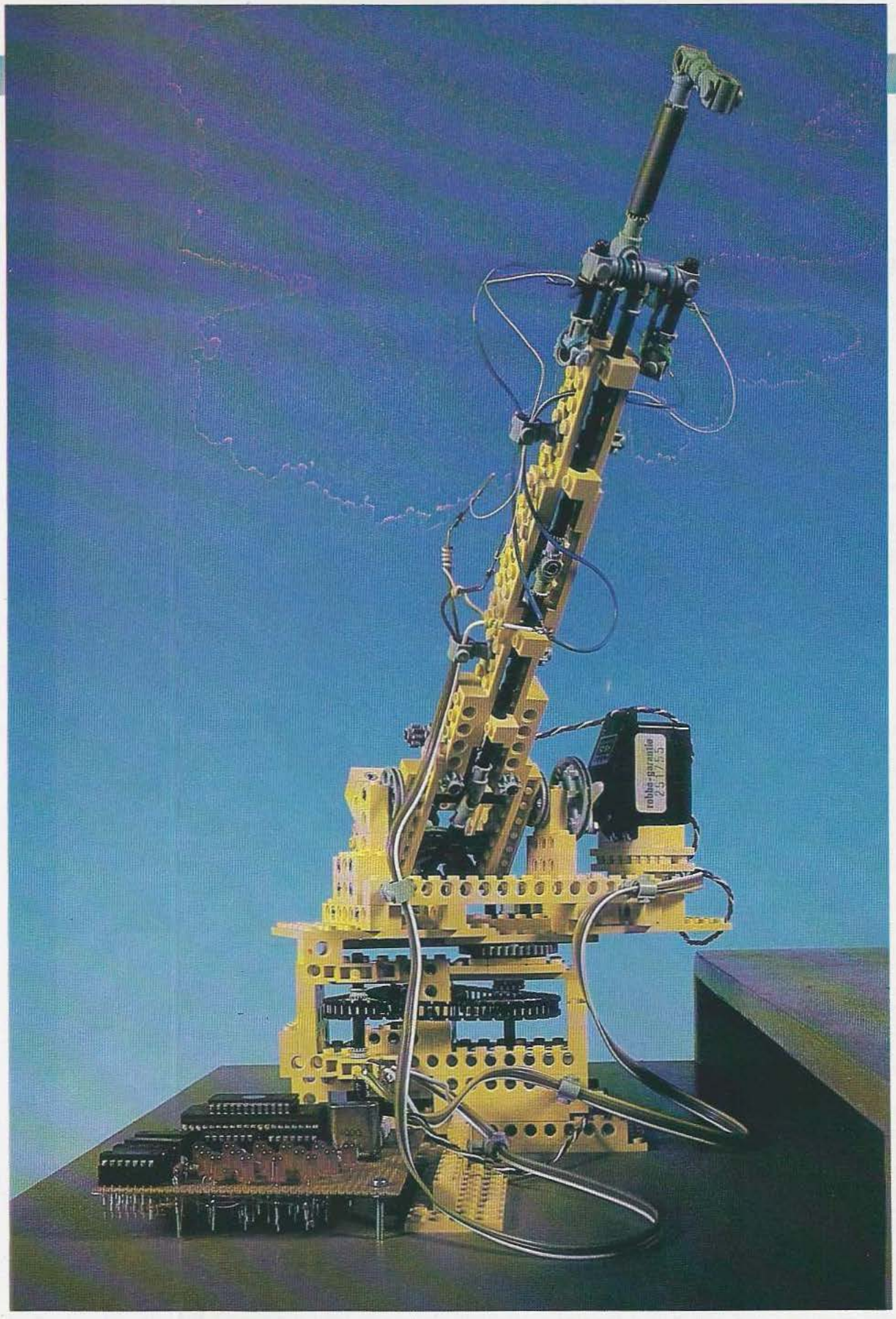
Le projet d'un robot ou «le fait qu'il soit le produit d'une longue histoire» justifie (et soulage le lecteur) de commencer par des points de suspension.

...arrivé à ce point de mes réflexions, ce qui me tracassait depuis pas mal de temps était de savoir quelle perception pouvait avoir le public de la robotique telle qu'on la présentait. Je regrettai que cette imagerie, trop souvent, se bornât à la vision de 450 kg de ferraille vous assénant un dictact technique ou, au contraire, à une vision romantique de silhouettes «robotoïdes» sans appel, marquant un certain engagement. Pas d'autre alternative, semblait-il, entre ces extrêmes. Assuré que toute société allait à sa vitesse et que «quelqu'un un jour» entreprendrait quelque synthèse, je laissais à d'autres le soin de matérialiser, si l'on peut dire, mon imaginaire. J'attendais donc avec patience les «fruits» de cette démission. Le temps passant, je devenais curieux et inquiet quant à savoir pourquoi «quelqu'un» me faisait défaut et prenait autant de temps à fournir cette prestation qui me paraissait indispensable... Et puis un jour, n'y tenant plus, j'ai décidé de mettre en œuvre ce qui ne pouvait qu'être la plus mauvaise idée qui soit : construire un robot autonome et capable de montrer une certaine intelligence de comportement. Ensuite, en présentant le projet, voir s'il évoquait intérêt ou indifférence.

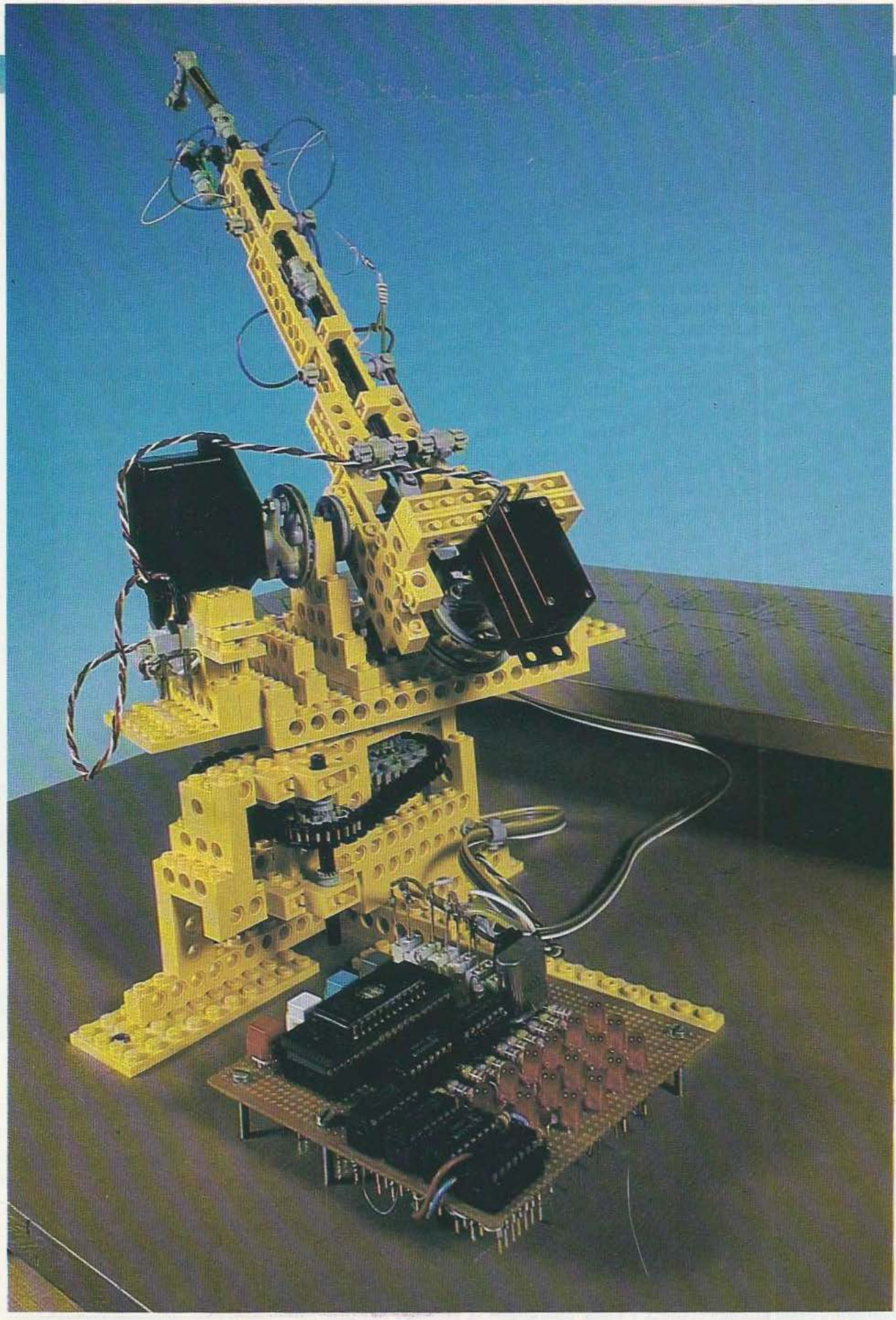
Ce robot devait être le plus compact possible, attrayant, simple et dépouillé dans sa présentation afin de se prêter facilement, dans un but de vulgarisation, à quelques observations des techniques élémentaires de la robotique.

Je suis parti du principe suivant : la Robotique ça n'existe pas. En fait, il ne s'agit que de la représentation d'une œuvre pluridisciplaine dont seul la finalité peut être qualifiée en termes d'automatisation et de robotique. Il est intéressant de mettre en évidence que ce côté pluridisiplinaire est particulièrement adéquat pour stimuler la formation de groupes et de clubs s'engageant dans «un projet robotique», à un moment de notre histoire où nous avons tellement besoin, en parts égales, de faire preuve de technicité et d'imagination créatrice.

Bien que conscient que la réalisation d'un produit «robotique» industriel ou amateur est le fait de compétences diverses, j'ai dû, à mon grand désespoir, en entreprendre la réalisation seul (bravo pour moi ! merci !) car, à l'époque, il était plus sûr de compter sur des conseils que sur une participation suivie à la réalisation proprement dite. Maintenant, quoique un peu ancien (un an et demi déjà !), le Syndactyle bâtisseur a quelques expositions derrière lui, quelques centaines d'heures de fonctionnement et se situe maintenant parmi les pionniers et défricheurs animés



On remarquera la forme particulière de l'organe de préhension : trois doigts dont deux solidaires (d'où «syndactyle»).



Le robot bâtisseur vu de l'arrière; au premier plan la carte de commande avec son microprocesseur.

par cette volonté de vulgarisation.
Cela étant posé, et justice étant rendue, restait à étudier la forme précise que devait prendre le robot et quels ingrédients pouvaient le composer. Si la réalisation de la platine informatique ne posait pas beaucoup de problèmes conceptuels, il en allait autrement pour la structure mécanique et la motorisation. Comme je voulais que chaque élément fondamental soit distinctement perçu du reste, ne pas passer trop de temps à la réalisation, donner un certain «fini» à l'ensemble sans être dispendieux, etc. il est apparu que la solution résidait dans l'utilisation d'éléments déjà existant (à savoir : servo-moteurs de radio-commande d'une part et «Lego technique» d'autre part) pris comme composants industriels préfabriqués ayant déjà fait leurs preuves sur d'autres «chantiers».
Convaincu qu'avec ces caractéristiques il pouvait évoquer de façon efficace la possibilité de construction de structures différentes — portant, chacune, l'imaginaire personnel de ses créateurs futurs — le Syndactyle bâtisseur a commencé à prendre forme sur ces bases.
Un des problèmes, et non des moindres, fut de présenter ce robot de façon crédible. Considérant que 75 % de ses éléments les plus visibles, en provenant de magasins de jouets, ne participaient pas à cette crédibilité, cela a été compensé en lui donnant un comportement un peu plus complexe et astucieux, pour amuser dans un premier temps puis étonner lorsqu'on y regarde de plus près. Autre difficulté socio-culturelle (et classée comme un peu suspecte), celle de s'intéresser, passé un certain âge, à des «petits jeux de construction en plastique», sans compter le regard inquiet des enfants qui voient en vous un concurrent abusif et peu enclin à partager le bénéfice du résultat.

C'est encore loin la ligne droite ?

La partie mécanique ayant été essayée en conduite manuelle, les servo-moteurs étant montés et prêts à répondre, et le concept de la commande informatique étant établi, il ne restait plus qu'à réaliser celle-ci et la faire vivre.
Autre phase de travail, autre chantier où la représentation de l'avancement des travaux reste peu perceptible dès lors que l'implantation des composants a été décidée et le câblage terminé. C'est le passage «noir», celui de la programmation du moindre détail, quand se décide comment se représenteront les objectifs de la machine, comment lui faire réaliser les opérations, comment évaluer ses temps d'établissement et de réactions, comment lui faire appréhender telle situation et démêler tel problème...
Et pendant que vous vous battez avec (et contre) votre tête durant une période interminable, votre rejeton de robot semble somnoler dans une indifférence totale pour votre obstination à lui donner une âme. Et puis — n'est-ce pas le pire ? — plus personne ne vous croit et vous proférez, pour vous-même, des jugements peu charitables sur la «bonne idée» qui vous a embarqué dans cette aventure. Arrive un jour, cependant, où vous reconnaissez une vieille ruse de l'informatique qui, sournoisement, bloquait votre programme. Mais bien sûr ! Il fallait faire ceci et pas cela. Quelle évidence et quel espoir nouveau ! Correction, nouvel essai : ça marche (ou presque) ! Tout au moins le robot relève la tête (vous aussi) puis va chercher son premier cube en tenant son rôle comme vous l'aviez prévu initialement.
C'est bon, il n'y a plus qu'à fignoler. Ce qui vous prendra bien autant de temps et de peine que pour la période précédente mais ça ne fait rien. Là, c'est chouette : la perspective de voir se concrétiser votre projet vous fait entrevoir le reste du parcours comme une belle ligne droite jusqu'à l'arrivée.
Le robot a bien évolué depuis ces temps héroïques et les articles qui vous seront présentés prochainement et le matériel auquel ils feront référence vous permettront de concrétiser votre application en vous épargnant le passage par des phases trop ingrates.

Le choix des cubes

On aurait pu penser que tout ce qui ressemblait à un cube pouvait convenir. Cependant, même sur ce point trivial, il n'en est rien. Il fallait d'abord trouver des cubes dont la taille était en rapport avec la silhouette générale et bien sûr, de plus, ils devaient être le plus léger possible. Une autre contrainte présidait à leur choix : leurs faces devaient être dures et résistantes de façon à ne pas se déformer sous l'effet des pressions répétées de la pince et la décoration ne devait pas se délabrer à force de manipulations. Il existait une autre raison pour ne pas prendre un matériau plus léger et plus mou (tel que carton ou matériau de comblement d'emballage) : éviter de provoquer des écrasements ou d'entretenir des oscillations élastiques néfastes à la bonne stabilité de «l'édifice» au moment de leur pose et dépose.
Fort heureusement, j'ai découvert, avant d'entreprendre une réalisation artisanale hasardeuse, que pour résoudre ce point délicat du cahier des charges il suffisait d'entrer (une fois de plus) dans un magasin de jouets et de demander une boîte de cubes en plastique servant de support à la présentation d'un puzzle pour les 3/5 ans (également recommandé pour un robot de 3 semaines).
Le robot s'appelant «Le Syndactyle bâtisseur», il se devait de construire un mur ainsi que l'on procèderait avec un vrai mur de brique. Il est à noter que cette structure d'empilement avec décalage pose des astreintes intéressantes, pour un petit robot, de résolution des règles de superposition. De plus, cette présentation fait très bien accepter l'empilement relativement imprécis effectué dans le courant d'une session de démonstration — nous ne pouvons espérer, pour ce montage, qu'une précision moyenne de 0,5 centimètre pour le positionnement des cubes.
(à suivre...) ■

Marc Rembauville

GAGNEZ 10 20 30 FOIS VOTRE MISE*

★ Au 15 juillet 1983, nous avons constaté un gain de plus de 450 fois la valeur du Haut-Parleur, entre le prix officiel et la promotion d'un de nos annonceurs

— A coup sûr, vous récupérez largement votre mise (14 F la valeur du Haut-Parleur) pour tout achat auprès d'un de nos annonceurs.

— Nos annonceurs, pour la majorité d'entre eux, ont une grande habitude du « Lecteur Haut-Parleur » et savent lui proposer du matériel de qualité et toujours aux meilleurs prix.

— Une chaîne Hifi, un wattmètre, une centrale d'alarme, un micro-ordinateur, une antenne, un téléphone sans fil, un autoradio, une table de mixage, un scanner, un kit, un rack, un compact disc, un walker, des cassettes, etc. Non, ce n'est pas un poème de Prévert, inédit, mais quelques appareils à usage quotidien qui vous sont proposés chaque mois aux meilleurs prix dans le **Haut-Parleur.**

— Lire le **Haut-Parleur,** c'est gagner du temps et de l'argent.

LE HAUT-PARLEUR

Marlboro
Marlboro
Marlboro
Briquets
EN VENTE DANS LES BUREAUX DE TABAC.